



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Biológicas**

**Escuela Profesional de Microbiología y Parasitología**

**Prevalencia e intensidad de infestación por copépodos  
parásitos en *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758)  
procedentes del terminal pesquero de Ventanilla,  
Callao 2018**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Bióloga Microbióloga  
Parasitóloga

**AUTOR**

Rosselyng Anggie MARTHANS ROJAS

**ASESOR**

Mg. Julia Esther CASTRO HIDALGO

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Marthans, R. (2021). *Prevalencia e intensidad de infestación por copépodos parásitos en Mugil cephalus (Linnaeus, 1758) procedentes del terminal pesquero de Ventanilla, Callao 2018*. Tesis para optar el título de Bióloga Microbióloga Parasitóloga. Escuela Profesional de Microbiología y Parasitología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

---

## Hoja de metadatos complementarios

Código ORCID del autor	0000-0001-9680-1029
DNI del autor	45949096
Código ORCID del asesor (es)	0000-0002-4140-7013
DNI del asesor	07816323
Grupo de investigación	No
Financiamiento	Autofinanciado
Ubicación geográfica donde se desarrolló la investigación	Terminal Pesquero de Ventanilla-Callao Coordenadas geográficas: 77° 07' 27" de longitud Oeste y 11° 52' 15" de latitud Sur.
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018 - 2019
Disciplinas OCDE	Zoología, Ornitología, Entomología, Ciencias biológicas del comportamiento <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.11">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.11</a> Biología marina, Biología de agua dulce, Limnología <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.12">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.12</a> Otros temas de biología <a href="http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.16">http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.16</a>



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGA MICROBIÓLOGA PARASITÓLOGA  
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS)**

Siendo las 15:15 horas del 15 de enero de 2021, en el Salón de Grados Virtual, mediante la herramienta MEET de Google con enlace <https://meet.google.com/jzo-sscd-bby?authuser=1> , el jurado formado por los profesores que suscriben, se dio inicio a la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga Microbióloga Parasitóloga** de **ROSSELYNG ANGGIE MARTHANS ROJAS**.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° UNMSM-20200040841, la titulando expuso su tesis: **“PREVALENCIA E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN POR COPÉPODOS PARÁSITOS EN *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) PROCEDENTES DEL TERMINAL PESQUERO DE VENTANILLA, CALLAO 2018”**, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 18, calificativo: APROBADO CON MENCIÓN HONROSA

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Microbiología y Parasitología, y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga Microbióloga Parasitóloga** a **ROSSELYNG ANGGIE MARTHANS ROJAS** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 17:00 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 15 de enero de 2021.

Dr. MAURO MARIANO ASTOCONDOR  
(PRESIDENTE)

Mg. JULIA CASTRO HIDALGO  
(ASESORA)

Blga. MONICA HUAMAN ITURRIZAGA  
(MIEMBRO)

Blga. ELIANA QUISPITUPAC QUISPITUPAC  
(MIEMBRO)

## **DEDICATORIA**

A mi abuelito Vidal por sus sabios consejos, por ser ese ángel que desde el cielo guía mis pasos. A mi mamá por apoyarme incondicionalmente a pesar de mis caídas. A mi papá por enseñarme a sonreír así sea el peor de los días. A mi hermano por siempre motivarme a tomar los retos y oportunidades que se me presenten. A mi sobrino Angelo por ser mi motivación para convertirme en un ejemplo para él.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por brindarme la fortaleza que necesitaba para seguir adelante y por darme la oportunidad de seguir avanzando y abriéndome puertas que nunca pensé ver abiertas.

A mi abuelito Vidal, que desde el cielo guía mis pasos y es esa luz que tanto necesitaba en este camino que veía oscuro.

A mi mami Yudy, por apoyar mis decisiones, por siempre aconsejarme y enseñarme que el esfuerzo y el trabajo honesto siempre traen recompensas gratificantes.

A mi papi Alberto, por saber escucharme, por brindarme su apoyo cuando lo necesite y por enseñarme que a pesar de tener un día malo eso no justifica el dejar de sonreír.

A mi hermano Mc.Roggers, por siempre motivarme a tomar retos, por enseñarme con su ejemplo que todo es posible a pesar de los obstáculos que se nos presenten en el camino y por darme una frase que siempre me acompaña: “La persona que no cumple su palabra, no es digna de respeto ni de admiración”, no importa cuán complicado se nos ponga el camino, siempre debemos seguir adelante y cumplir nuestros objetivos.

A mi asesora, Julia Castro, por confiar en mí, por apoyarme a lo largo de este camino y siempre alentarme a seguir adelante.

A los miembros del Jurado Mauro Mariano, Mónica Huamán y Eliana Quispitupac, por la paciencia tenida hacia mí y los consejos brindados para la sustentación de mi Tesis.

A mis amigas Daniela Valderrama, Erika Valdivia y Rocío Gamarra, por alentarme para seguir con mis proyectos, por animarme cuando lo he necesitado, por ser un gran apoyo siempre. En las buenas y en las malas siempre juntas mis amigas del alma.

A mis amigas Katherine Lobatón y Esperanza Fajardo, por ser mis amigas incondicionales, las que me ayudan a distraerme en el momento preciso cuando me siento agotada, por ser esa energía extra que muchos necesitamos. Las quiero loquillas.

## ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. COPÉPODOS .....	3
2.1.1. Taxonomía de los copépodos .....	3
2.1.2. Características biológicas y distribución geográfica .....	4
2.1.3. Importancia de los copépodos parásitos y sus principales efectos en la salud de los peces .....	5
2.2. <i>Mugil cephalus</i> .....	6
2.2.1. Taxonomía de <i>Mugil cephalus</i> .....	6
2.2.2. Características biológicas de <i>M. cephalus</i> y distribución geográfica .....	6
2.2.3. Situación de los productos hidrobiológicos en el Perú.....	7
2.2.4. Estado de salud de los peces .....	8
3. HIPÓTESIS.....	14
4. OBJETIVOS .....	15
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
5.1. MATERIAL BIOLÓGICO .....	16
5.2. MÉTODOS.....	16
5.2.1. Obtención de datos biométricos .....	16
5.2.2. Identificación del sexo de <i>Mugil cephalus</i> .....	17
5.2.3. Observación de copépodos parásitos en <i>Mugil cephalus</i> .....	17
5.2.3.1. Búsqueda de copépodos en las branquias.....	17
5.2.3.2. Aislamiento de los copépodos.....	18
5.3. Identificación Taxonómica de los copépodos parásitos extraídos de <i>Mugil cephalus</i> .....	18
5.3.1. Microscopía simple .....	18
5.3.2. Microscopía electrónica de barrido.....	18
5.4. Parámetros ecológicos de Bush (1997).....	20
5.4.1. Determinación de Prevalencia.....	20
5.4.2. Determinación de Intensidad media .....	20



5.4.3.	Determinación de Abundancia y Abundancia media .....	20
5.5.	Relación entre la longitud total del pez, la abundancia media y la intensidad media de copépodos parásitos .....	21
5.6.	Procesamiento y análisis de datos .....	21
6.	RESULTADOS.....	22
6.1.	Determinación de la prevalencia de copépodos .....	22
6.2.	Identificación de especies de copépodos .....	22
6.3.	Determinación de la intensidad media de infestación por copépodos.....	34
6.4.	Determinación de la abundancia media .....	34
6.5.	Correlación entre la longitud total del pez y la abundancia media de copépodos parásitos.....	35
6.5.1.	Correlación entre la abundancia de <i>Naobranchia sp.</i> y la longitud total..	36
6.5.2.	Correlación entre la abundancia de <i>Bomolochus sp.</i> y la longitud total ..	37
6.5.3.	Correlación entre la abundancia de <i>Caligus sp.</i> y la longitud total.....	39
6.5.4.	Correlación entre la abundancia de <i>Parabrachiella sp.</i> y la longitud total	40
6.6.	Correlación entre la longitud del pez y la intensidad de copépodos parásitos .....	41
6.6.1.	Correlación entre la intensidad parasitaria por <i>Naobranchia sp.</i> , <i>Bomolochus sp.</i> y longitud total .....	42
7.	DISCUSIÓN .....	43
8.	CONCLUSIONES .....	48
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	49
10.	ANEXOS .....	55
ANEXO 1	.....	55
ANEXO 2	.....	56
ANEXO 3	.....	60

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> A: <i>Naobranchia</i> sp. adherida a los filamentos branquiales - Vista macroscópica. B: <i>Naobranchia</i> sp. - Vista estereoscópica	24
<b>Figura 2.</b> <i>Naobranchia</i> sp. vista ventral - Microscopía electrónica	25
<b>Figura 3.</b> <i>Naobranchia</i> sp. vista de la cabeza - Microscopía electrónica	25
<b>Figura 4.</b> Bolsas ovígeras de <i>Naobranchia</i> sp. - Microscopía electrónica	26
<b>Figura 5.</b> <i>Naobranchia</i> sp. vista dorsal - Microscopía electrónica	26
<b>Figura 6.</b> A: <i>Bomolochus</i> sp. – Microscopía óptica 4X B: <i>Bomolochus</i> sp. adherido al arco branquial - Vista estereoscópica	27
<b>Figura 7.</b> <i>Bomolochus</i> sp. vista dorsal - dorsal - Microscopía electrónica	28
<b>Figura 8.</b> <i>Bomolochus</i> sp. vista ventral - dorsal - Microscopía electrónica	28
<b>Figura 9.</b> A: <i>Caligus</i> sp. B: <i>Caligus</i> sp. localizado en las branquias - Vista estereoscópica	29
<b>Figura 10.</b> <i>Caligus</i> sp. vista ventral - Microscopía electrónica	30
<b>Figura 11.</b> Cefalotórax y Apron de <i>Caligus</i> sp. dorsal - Microscopía electrónica	30
<b>Figura 12.</b> Complejo genital y abdomen de <i>Caligus</i> sp. - Microscopía electrónica	31
<b>Figura 13.</b> Abdomen de <i>Caligus</i> sp. - Microscopía electrónica	31
<b>Figura 14.</b> A: <i>Parabrachiella</i> sp. adherida a la aleta pectoral de <i>M. cephalus</i> - Vista macroscópica. B: <i>Parabrachiella</i> sp. adherida al tegumento de <i>M. cephalus</i> - Vista estereoscópica	32
<b>Figura 15.</b> <i>Parabrachiella</i> sp.- Vista estereoscópica	33

## LISTA DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Número de peces parasitados por una especie de copépodo y su respectiva prevalencia parasitaria	23
<b>Tabla 2.</b> Número de peces parasitados por copépodo y su respectiva intensidad media parasitaria.	34
<b>Tabla 3.</b> Número de copépodos parásitos y abundancia media parasitaria	35
<b>Tabla 4.</b> Códigos e intervalos de longitud total en centímetros	35
<b>Tabla 5.</b> Tabla de contingencia <i>Naobranchia sp.</i> vs Longitud Total (agrupado)	37
<b>Tabla 6.</b> Tabla de contingencia <i>Bomolochus sp.</i> vs Longitud Total (agrupado)	38
<b>Tabla 7.</b> Tabla de contingencia <i>Caligus sp.</i> vs Longitud Total (agrupado)	39
<b>Tabla 8.</b> Tabla de contingencia <i>Parabrachiella sp.</i> vs Longitud Total (agrupado)	40
<b>Tabla 9.</b> Frecuencia y porcentaje del número de peces según el rango de longitud total.	41
<b>Tabla 10.</b> Tabla de correlación de Spearman para intensidad parasitaria de <i>Naobranchia sp.</i> , <i>Bomolochus sp.</i> y la longitud total de <i>M. cephalus</i> por rangos.	42
<b>Tabla 11.</b> Medidas biométricas de los peces analizados	56
<b>Tabla 12.</b> Intensidad de infestación por copépodo parásito	60

## LISTA DE GRÁFICAS

	Página
<b>Gráfica 1.</b> Relación entre la abundancia parasitaria de <i>Naobranchia sp.</i> y la longitud total de <i>M. cephalus</i> agrupado en intervalos.	36
<b>Gráfica 2.</b> Relación entre la abundancia parasitaria de <i>Bomolochus sp.</i> y la longitud total de <i>M. cephalus</i> agrupado en intervalos.	38
<b>Gráfica 3.</b> Relación entre la abundancia parasitaria de <i>Caligus sp.</i> y la longitud total de <i>M. cephalus</i> agrupado en intervalos.	39
<b>Gráfica 4.</b> Relación entre la abundancia parasitaria de <i>Parabrachiella sp.</i> y la longitud total de <i>M. cephalus</i> agrupado en intervalos.	40

## ABREVIATURAS

<b>PP</b>	Prevalencia parasitaria
<b>IMP</b>	Intensidad media parasitaria
<b>AMP</b>	Abundancia media parasitaria

## RESUMEN

El sector pesquero en el Perú es una de las actividades económicas que más contribuye con la economía peruana, donde *Mugil cephalus* es uno de los recursos marinos de mayor consumo en el país. Dada la importancia de este producto hídrico y teniendo conocimiento que son diversos los tipos de parásitos que afectan a *Mugil cephalus*, la presente tesis tuvo como objetivo determinar la prevalencia y la intensidad de infestación por copépodos parásitos en *Mugil cephalus*, por ser ectoparásitos que afectan los ojos, branquias y piel de los peces afectando la salud de los peces, su comportamiento y disminución de su crecimiento. Se analizaron 150 especímenes de *Mugil cephalus*, entre los meses de Setiembre del 2018 y Abril del 2019, los que fueron adquiridos en el terminal pesquero de Ventanilla-Callao. Se tomaron los datos biométricos y se identificó el sexo de cada pez, siendo registrados en una ficha técnica. El análisis de los peces consistió en la observación macroscópica de ojos, orificios nasales, boca, branquias, aletas, piel y cola. Las especies de copépodos parásitos se cuantificaron, se preservaron en alcohol al 70% para su identificación taxonómica por microscopía simple y en glutaraldehído para su identificación por microscopía electrónica de barrido. Se identificaron los siguientes copépodos parásitos: *Naobranchia sp.*, *Bomolochus sp.*, *Caligus sp.* y *Parabrachiella sp.* La intensidad media parasitaria por copépodos fue de 2.68 para *Naobranchia sp.*, 0.57 para *Bomolochus sp.*, 0.05 para *Caligus sp.* y 0.03 para *Parabrachiella sp.* La prevalencia parasitaria fue de 69% para *Naobranchia sp.*, 26% para *Bomolochus sp.*, 3% para *Caligus sp.* y de 2% para *Parabrachiella sp.* La abundancia media parasitaria fue 2.09 para *Naobranchia sp.*, 0.45 para *Bomolochus sp.*, 0.04 para *Caligus sp.* y de 0.02 para *Parabrachiella sp.* No se determinó correlación inversa entre la intensidad parasitaria por copépodos parásitos y la longitud total de *Mugil cephalus*.

Palabras claves: *Mugil cephalus*, copépodos parásitos, prevalencia parasitaria, intensidad media parasitaria, abundancia media parasitaria.

## ABSTRACT

Peru's fishing sector is one of the economic activities that contribute to the Peruvian economy, where *Mugil cephalus* is one of the marine resources with the highest consumption in the country. We know about the importance of this kind of product and we also know that the types of parasites that affect *Mugil cephalus* are diverse, so this thesis aimed to determine the prevalence and infestation intensity of parasitic copepod in *Mugil cephalus*, since they are parasites that affect the eyes, gills and skin of the fish affecting the health of the fish, their behavior and generating a decrease in their growth. 150 specimens of *Mugil cephalus* were analyzed, between the months of September 2018 and April 2019, which were acquired in the fishing terminal of Ventanilla-Callao. The biometric data were taken and the sex of each fish was identified, being recorded in a technical sheet. The analysis of the fish consisted in a macroscopic examination of eyes, nasal hole, mouth, gills, fins, skin and tail. The parasitic copepod species found were quantified and preserved in 70% alcohol for their taxonomic identification by simple microscopy and in glutaraldehyde for their identification by scanning electron microscopy. The following parasitic copepods were identified: *Naobranchia* sp., *Bomolochus* sp., *Caligus* sp. and *Parabrachiella* sp. The parasitic mean intensity by copepods was 2.68 for *Naobranchia* sp., 0.57 for *Bomolochus* sp., 0.05 for *Caligus* sp. y 0.03 for *Parabrachiella* sp. The parasitic prevalence was 69% for *Naobranchia* sp., 26% for *Bomolochus* sp., 3% for *Caligus* sp., and 2% for *Parabrachiella* sp. The parasitic mean abundance was 2.09 for *Naobranchia* sp, 0.45 for *Bomolochus* sp., 0.04 for *Caligus* sp. and 0.02 for *Parabrachiella* sp. No inverse correlation was determined between parasitic intensity by parasitic copepods and the total length of *Mugil cephalus*.

Key words: *Mugil cephalus*, copepod parasites, parasitic prevalence, parasitic mean intensity, parasitic mean abundance.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estado de salud de los peces se ha visto afectado por las alteraciones que viene sufriendo el medio ambiente debido a la contaminación, de igual manera los agentes patógenos, lo que ha provocado el descenso de la población y muerte de los animales afectados. Los bioagresores más comunes causantes de estas anomalías en los peces son los copépodos, los cuales se alojan en las branquias, piel y en la musculatura, afectando sus funciones de relación (esqueleto, músculo, sistema nervioso), nutrición (digestión, circulación, respiración), reproducción y defensa (estrés, inmunidad). (De Kinkelin *et al.*, 1991).

En los peces, las branquias constituyen los principales órganos para el intercambio de gases, además de estar relacionadas con los hábitos de alimentación (Abumandour y Gewaily, 2016), convirtiéndolas en los órganos más vulnerables, por ello al presentarse una obstrucción para el libre tránsito de agua generaría definitivamente alteraciones branquiales que repercutirían en la respiración y el rendimiento de los peces (De Kinkelin *et al.*, 1991).

La pesquería constituye una de las actividades económicas que más contribuye a la economía peruana; solo en el período del 2010 al 2014 el porcentaje de hogares que reportaron haber adquirido productos hidrobiológicos se incrementó de 74% a 82% (ENAH0, 2015).

El Perú tiene una gran diversidad de especies costeras de peces que son extraídas por la pesca artesanal, en el primer trimestre del 2018 se registró que las especies demersales costeras con mayor captura fueron *Mugil cephalus* “lisa”, *Cynoscion análisis* “cachema”, *Paralonchurus peruanus* “suco”, *Sciaena deliciosa* “lorna”, *Myliobatis peruvianus* “raya águila”, *Trachinotus paitensis* “pampano”, *Anisotremus scapularis* “chita” y *Paralabrax humeralis* “cabrilla” con porcentajes de 61,07 %; 13,04 %; 9,98 %; 4,99 %; 3,21 %; 2,10 %, 1,14 % y 1,14 % respectivamente (IMARPE, 2018).



La prevalencia de copépodos en diversas especies de peces comercializados en el Perú como la “lisa” es de carácter moderado, sin embargo, teniendo en cuenta que el Perú es uno de los países con mayor producción de pescado anual y que es una de las actividades que genera ingresos para cientos de peruanos, podría causar pérdidas económicas si no se llegan a determinar las enfermedades que lo afectan para determinar su control.

En el presente estudio, se determinó la prevalencia, la abundancia y la intensidad parasitaria de infestación de copépodos parásitos, que afectan a *Mugil cephalus* “lisa” recolectados del terminal pesquero de Ventanilla-Callao.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. COPÉPODOS**

#### **2.1.1. Taxonomía de los copépodos**

REINO : Animalia  
FILO : Arthropoda  
SUBFILO : Crustacea  
CLASE : Maxilopoda  
SUBCLASE : Copepoda

Los copépodos están conformados por 10 órdenes, de los cuales las especies simbiontes son las más abundantes y están constituidas por los órdenes: Cyclopoida caracterizado por la fusión del primer somito torácico con el Cefalosoma, además de vivir en ambientes acuáticos, presentando especies platónicas, bentónicas y parásitas (Miracle, 2015); Siphonostomatoida que posee una gran variación morfológica debido al alto grado la transformación que sufre el prosoma y el urosoma y caracterizándose por su aparato bucal, debido a la forma de su mandíbula y el cono oral (formado por el labrum y el labio), su hábitat es marino con excepción de algunas especies de agua dulce y siendo parásitas de peces la gran mayoría de sus especies (Hernández, 2015); Poecilostomatoida caracterizado por presentar el prosoma con cefalotórax y cuatro segmentos libres y el urosoma con seis segmentos, además de presentar apéndices bucales desarrollados, boca compuesta por una ranura transversal y cubierta parcialmente por un labrum, sus antenas suelen terminar en un gancho, siendo su habitat también en su mayoría de origen marino con algunas especies dulceacuícolas, anquihalinos e hidrotermales (Melic, 2015); y en menor medida por Harpacticoida que se caracteriza por poseer tagmosis podoplea y piezas bucales desarrolladas, con anténulas integradas por menos de 16 segmentos (Jaume *et al.*, 2004), además de conocerse solo una especie parásita de pez, estando el resto asociada con invertebrados como las esponjas, medusas, corales, diversos tipos de gusanos,

poliquetos, moluscos bivalvos y cefalópodos, briozoos, equinodermos y sobre todo crustáceos, especialmente con isópodos (Isopoda) y decápodos (Decapoda) (Melic, 2015).

### **2.1.2. Características biológicas y distribución geográfica**

Los Copépodos son crustáceos polimórficos de tamaño pequeño que van desde los 0,2 a 12 mm de longitud, encontrándose especies de vida libre que llegan a medir 28 mm (Walter y Boxshall, 2014).

Los copépodos son especies gonocóricas que poseen desarrollo ontogenético anamórfico, pasando por 6 estadios naupliares/metanaupliares, seguidos de 5 estadios de copepodito diferenciándose entre ellos por la presencia de los pares de patas (3, 4 o 5 pares), la aparición del somito urosomal ápedo (1 o 2 somitos) y el telson, hasta alcanzar el estadio adulto donde el macho presenta 4 somitos urosomales ápedos más telson y la hembra cuenta con 3 somitos urosomales ápedos más telson por la integración del somito genital y el primer somito abdominal en uno sólo, además los adultos no mudan (Jaume *et al.*, 2004).

La alimentación de los copépodos se basa en que la mayoría son organismos filtradores, atrapando partículas sólidas del medio donde habitan y liberando al mismo tiempo el agua que ingieren. La mayoría de las especies filtradoras son fitoplanctónicas, sin embargo, también hay copépodos planctónicos de mares profundos (especies que habitan a más de 1000 m de profundidad) los cuales son carnívoros, omnívoros o filtradores. También están presentes las especies parásitas, que son ectoparásitos de las branquias y aletas de los peces para lograr su alimentación y los copépodos comensales o endoparásitos que se localizan en el interior de los poliquetos, intestino de los equinodermos y aparato digestivo de bivalvos. Ecológicamente la abundancia de copépodos adquiere importancia en las cadenas alimenticias marinas, debido a que son el principal alimento de los consumidores primarios (herbívoros) y en menor porcentaje del grupo de los consumidores secundarios (carnívoros) (Navarro *et al.*, 2011).

Su distribución geográfica es alta, encontrándolos tanto en ambientes acuáticos de agua dulce o marina (diferentes profundidades y/o salinidad), y también hay especies que incluso pueden vivir en condiciones extremas, detectándose en fondos oceánicos o cuevas submarinas. Son de vida planctónica, bentónica y también presentan otras formas de vida libre, además de llegar a ser simbioses o parásitos. No se conoce exactamente el número total de especies debido a que son los metazoos más numerosos del planeta, llegando a constituir entre un 90 a 97 % de la biomasa del zooplancton, sin embargo, ya se han descrito más de 11,500 (Fernández de Puelles, 2015).

### **2.1.3. Importancia de los copépodos parásitos y sus principales efectos en la salud de los peces**

Los copépodos son considerados los metazoarios más abundantes del planeta llegando a superar a los insectos y a los nemátodos. La mayoría son microcrustáceos acuáticos y en menor cantidad son de hábitos semi-terrestres. (Suárez, 2000). Lamentablemente no se le ha dado la debida importancia al estudio de los copépodos, así como las técnicas moleculares para su identificación taxonómica (Morales y Pérez, 2012).

Los copépodos parásitos de peces usualmente se alimentan de células epiteliales y de fluidos, causándoles diferentes lesiones: en la piel, destrucción de aletas, pérdida de escamas; en las branquias el hospedero puede sufrir pérdida de su capacidad respiratoria y nutricional; y en los ojos pueden llegar a producir ceguera. El parasitismo por los copépodos altera el comportamiento de los peces, además permite que se desarrollen enfermedades bacterianas, disminuyendo su crecimiento y reproducción, y por lo tanto provocando el bajo costo de su comercialización (Morales y Pérez, 2012).

## **2.2. *Mugil cephalus***

### **2.2.1. Taxonomía de *Mugil cephalus***

SUBPHYLUM	: Vertebrata
SUPERCLASE	: Gnathostomata
CLASE	: Osteichthyes
SUBCLASE	: Actinopterygii
ORDEN	: Mugiliformes
FAMILIA	: Mugilidae
GÉNERO	: Mugil
ESPECIE	: <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758

Los nombres comunes de *Mugil cephalus* son “pardete” o “Lisa pardete” y en inglés se le conoce como “striped mullet”. (FAO. 2006).

### **2.2.2. Características biológicas de *M. cephalus* y distribución geográfica**

*Mugil cephalus* se caracteriza por tener el cuerpo cilíndrico y robusto y la cabeza ancha, la primera aleta dorsal con 4 espinas y la segunda aleta dorsal con 8 o 9 rayos suaves, las escamas que presenta el cuerpo se encuentran en serie de 36 a 45 escamas en series laterales 36-45, además de poseer la coloración azul/verdosa en su dorso y el abdomen pálido o plateado; posee hábitos alimenticios diurnos y consume principalmente zooplancton, materia vegetal en decadencia y detritos, epífitos, epifauna del sargazo y microalgas, sus larvas se alimentan de copépodos, larvas de mosquitos y desechos de plantas; su hábitat es costero localizándose sobre fondos arenosos, arenofangosos, ríos, lagunas y estuarios (FAO. 2006).

La variación estacional e interanual de la dieta de *Mugil cephalus* durante los años 2005 a 2013 en Perú determinó dentro de su dieta la presencia de diatomeas pelágicas y bentónicas como *Coscinodiscus perforatus* y *Gyrosigma* sp, dinoflagelados

cosmopolitas y termófilos como *Ceratium spp.*, silicoflagelados, tintínidos, eufaúsidos, consumo ocasional de copépodos calanoideos destacando *Calanus sp.*, *Eucalanus sp.* y *Harpatocoida*, poliquetos, larvas de cirrípedos, huevos de anchoveta, zoeas, bivalvos y gasterópodos (Fernández, 2014).

*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 es una especie cosmopolita, que se encuentra a lo largo del Océano Pacífico, así como en el Atlántico occidental y oriental, habitando en las aguas costeras de la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales (FAO. 2006).

En el Perú, *Mugil cephalus* se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la costa, encontrándose en la región Norte en Sechura, Parachique y Santa Rosa, en la región centro en el Callao, Huacho y Chancay y en la región Sur en Matarani-Mollendo (Gómez *et al.*, 1995).

### **2.2.3. Situación de los productos hidrobiológicos en el Perú**

Durante el período 2010-2014, el porcentaje de hogares que reportan haber adquirido productos hidrobiológicos se ha incrementado de 74% a 82%. Ello evidencia que los productos hidrobiológicos tienen presencia en la canasta familiar de un importante porcentaje de los hogares peruanos, incluso con una tendencia creciente durante los últimos cinco años, a su vez el consumo per cápita de productos hidrobiológicos en el 2014 alcanzó un nivel de 15.4 kg anuales. De dicha cantidad, un individuo promedio consumió 12.2 kg (aproximadamente el 80% del total de 15.4 kg) en forma de pescados frescos o congelados; mientras que 2.6 kg fueron consumidos a través de productos de conservas de pescado y solamente 0.6 kg (apenas el 4% del total) como mariscos (ENAH0, 2015).

En el Perú muchas son las especies que se utilizan para consumo humano, pero dentro de la pesca artesanal en la región Lima se reporta que de los pescadores del ámbito marítimo que se encuentran en la región Lima el 35,5 % prefiere la extracción de Lisa (*Mugil cephalus*), convirtiéndola en una de las especies de mayor consumo en el país (INEI y PRODUCE, 2012).

La pesquería artesanal en el Perú es una actividad económica y social de gran importancia, brindando trabajo a más de 37 272 pescadores, representando un ingreso anual de US \$ 253 200 000 y surte a la población peruana con más de 792 800 toneladas de pescado fresco (PRODUCE, 2005).

En el 2018, el volumen de recursos desembarcados en los puertos del litoral peruano fue de 7.2 millones de toneladas métricas, donde el 2.4% correspondió a *Mugil cephalus*. Las exportaciones pesqueras peruanas alcanzaron los 3.260 millones de dólares, que presentaban el 6.7% de las exportaciones peruanas totales. El aporte de la actividad pesquera en el producto bruto interno (PBI) nacional fue de 1.3% aproximadamente, lo que asciende a 9 275 millones de soles en el 2018. (SNP, 2018)

#### **2.2.4. Estado de salud de los peces**

El estado de salud en los peces, por aparición de anomalías y/o alteración de la integridad corporal supone un descenso de su rendimiento y por lo general la muerte de los peces afectados. Las causas de enfermedades en peces pueden ser de orden físico, químico como la genotoxicidad por concentraciones de iones de cobre, zinc y plomo en las aguas, que afectan el tejido branquial de los peces y además les provoca daños genéticos (Gaete *et al.*, 2014). En el orden biológico, los peces pueden ser afectados por virus, hongos, bacterias y parásitos (bioagresores), los que pueden alterar las funciones de relación (esqueleto, músculo, sistema nervioso), nutrición (digestión,

circulación, respiración), reproducción y defensa (estrés, inmunidad) de los peces. (De Kinkelin *et al.*, 1991).

Los bioagresores más comunes en los peces, son los copépodos, que son ectoparásitos de las branquias y de la piel; y siendo las branquias los órganos vitales para los peces se pone en juego el primer desafío del medio acuático como es la relativa pobreza de oxígeno y la eficacia del funcionamiento de la respiración está ligada al tamaño de la superficie de intercambio. En agua salada, los peces se deshidratan por los efectos conjuntos de la pérdida de agua por las branquias y la difusión de sales en sentido inverso, por ende, al presentarse una obstrucción de libre tránsito de agua generaría definitivamente alteración branquial que repercutiría sobre la respiración y el rendimiento de los peces (De Kinkelin *et al.*, 1991).

La apariencia física normal de un pez sano es aquella donde las branquias poseen una coloración roja brillante con lamelas completas, los ojos son brillantes con corneas transparentes, las aletas sin hemorragias subcutáneas, no presenta parásitos y la piel suave, sin descamación, sin hematomas, con presencia normal de mucus. Mientras que un pez enfermo presenta las branquias con una coloración diferente que va del rosa pálido hasta coloración azulada (cianótica) con presencia de hemorragias, lamelas discontinuas (“deshilachadas”) con lesiones, o con presencia evidente de parásitos. Los ojos se muestran opacos. Las aletas pueden presentar heridas y/o lesiones aparentes, con presencia de parásitos adheridos. La piel con descamaciones evidentes; úlceras o hematomas con gran secreción de mucus (Balbuena *et al.*, 2011).

Las enfermedades de origen infeccioso en los peces son causadas por agentes patógenos como los copépodos, que son artrópodos responsables de las enfermedades más comunes y fáciles de detectar por observación directa. En las branquias los copépodos se anclan por medio de ganchos a las lamelas branquiales, causándoles



problemas en el intercambio gaseoso, lo cual se traduce en anemia. En la superficie del cuerpo también se pueden encontrar copépodos como *Lernaea sp.* que se anclan en la piel y en la musculatura, provocando desnutrición y adelgazamiento de los peces, además de lesiones con enrojecimiento en la superficie afectada (Balbuena *et al.*, 2011). En los ojos, los copépodos son responsables de provocar ceguera y la alteración de su comportamiento, favoreciendo el desarrollo de enfermedades bacterianas trayendo como consecuencia disminución en su crecimiento y reproducción. (Morales y Pérez, 2012)

Bioensayos realizados en el laboratorio, han demostrado que la infestación de *Mugil cephalus* por *Caligus sp.* le ocasionó lesiones en la piel, arcos branquiales y branquias, donde las lesiones branquiales fueron las más severas evidenciándose reacciones inflamatorias, hiperplasia, congestión de vasos sanguíneos lamelares, adherencias de los filamentos y laminillas branquiales que fueron hallados con el estudio histopatológico (Noor *et al.*, 2012).

La presencia de copépodos parásitos en *Mugil cephalus* y en general en el género *Mugil* ha sido reportada en diferentes países del mundo y de Latinoamérica, incluyendo el Perú.

En el Perú, Jara y Díaz (1995) colectaron 720 peces de 14 especies diferentes, todas procedentes del terminal pesquero de Buenos Aires, Trujillo-Perú, de los cuales 40 especímenes fueron de la especie *Mugil cephalus*, analizaron las branquias y lograron identificar a *Ergasilus sp.* con una frecuencia parasitaria de 95% y una intensidad media de 4,2. Iannacone y Alvareño (2009b) analizaron 74 especímenes de *Mugil cephalus* procedentes del Terminal Pesquero de Chorrillos en Lima-Perú, identificaron dos copépodos: *Bomolochus nitidus* con una prevalencia de 4,1%, abundancia media de 0,11 y una intensidad media de 2,6 y *Naobranchia lizae* con una prevalencia de 22,9%, abundancia media de 0,75 y una intensidad media de 3,3; además determinaron que no

existe correlación entre la abundancia media y la prevalencia con el tamaño de *M. cephalus*, así como, tampoco existe correlación con el sexo de *M. cephalus*. Vásquez y Jara (2012), capturaron 393 especímenes de *Mugil cephalus* en la zona norte del mar peruano, desembarcando en los Puertos Salaverry (La Libertad) y Paita (Piura), se tomó la longitud estándar y el sexo. También analizaron las branquias, estómago, intestino, hígado y gónadas y producto del análisis identificaron a *Lernantropus pacificus* en las branquias con una prevalencia e intensidad media parasitaria de 91.1% y 2.4 respectivamente, además determinaron que no había relación directa entre la prevalencia e intensidad parasitaria y el sexo del hospedador, sin embargo, si encontraron relación directa con la talla del hospedador, determinando que a mayor talla la intensidad parasitaria es mayor. Serrano *et al.* (2017) determinaron la prevalencia parasitaria en diversas especies de peces marinos destinados para consumo humano de Lima metropolitana, analizando 30 especímenes de *Mugil cephalus* de los terminales pesqueros de Chorrillos y Villa María del Triunfo en Lima-Perú, como resultado del análisis de piel y branquias identificaron copépodos parásitos del género *Caligus sp.* obteniendo una prevalencia del 40%.

En Chile, a lo largo de las regiones de Arica, Coquimbo y Concepción, se identificaron 4 especies de copépodos parásitos en 120 ejemplares de *Mugil cephalus*, identificándose *Bomolochus chalguanus n. sp.* en las branquias, *Naobranchia lizae*, *Ergasilus lizae* localizadas en los filamentos branquiales y *Ergasilus versicolor* localizada en el margen interno de las hemibranchias. En Arica se identificó a *Bomolochus chalguanus n. sp.* que obtuvo una prevalencia de 30% y una intensidad media de 1.0 y *Naobranchia lizae* con una prevalencia de 70% y una intensidad media de 1.8; en Coquimbo solo identificaron la especie *Ergasilus lizae* y no detallan ni la prevalencia ni la intensidad media debido a que no contaron con datos suficientes y en Concepción identificaron a *Ergasilus lizae* con una prevalencia de 43% y con una

intensidad media de 14.8 y *Ergasilus versicolor* con una prevalencia de 14% y una intensidad media de 6.7. (Fernández, 1987).

En México, determinaron la prevalencia e intensidad parasitaria de 110 ejemplares recolectados de *Mugil cephalus* proveniente de la región de Río Colorado y Hardy en Baja California debido a que *M. cephalus* desarrolla parte de su ciclo biológico en dicha zona, logrando identificar a *Ergasilus versicolor*, el cual fue localizado sólo en las branquias, presentando una prevalencia de 72,7% y una intensidad media de 4.01. Así mismo, determinaron que la intensidad media de copépodos parásitos no tiene correlación con la longitud de *M. cephalus* (Valles et al., 2000).

En el Occidente Africano, se colectaron 392 especímenes de *Mugil cephalus* del Lago Nokoue, que está directamente conectado con el Océano Atlántico, de donde se analizaron 3 puntos: 115 especímenes de *M. cephalus* en la estación 1, 181 en la estación 2 y 96 en la estación 3. Fueron 265 copépodos parásitos los que se encontraron y se identificaron 3 especies: *Nipergasilus bora*, *Ergasilus lizae* y *Ergasilus latus*. 93 copépodos parásitos fueron hallados en 90/115 especímenes de la estación 1, 96 copépodos en 150/181 especímenes en la estación 2 y 76 copépodos en 71/96 especímenes en la estación 3, determinándose una prevalencia de 43.66%, 37,35% y 45.51% en las estaciones 1,2 y 3 respectivamente. (Aladetohun et al., 2013).

En Brasil, se analizaron 150 especímenes de *Mugil platanus* los que fueron capturados en las costas de Río de Janeiro, en los cuales se identificaron 7 especies de copépodos parásitos: *Bomolochus nitidus* localizado en las branquias y en la superficie interior del opérculo con 30.66% de prevalencia y 4.41 de intensidad media, *Ergasilus lizae* localizado en las branquias con 21.33% de prevalencia y 6.53 de intensidad media, *Ergasilus versicolor* localizado en las branquias con 20.66% de prevalencia y 47.88 de intensidad media, *Caligus bonito* localizado en branquias con 13.33% de prevalencia y 1.45 de intensidad media, *Tuxophorus caligodes* localizado en branquias con 1.33% de

prevalencia y 1.0 de intensidad media, *Naobranchia lizae* localizado en los filamentos branquiales con 28.66% de prevalencia y 4.39 de intensidad media y *Neobrachiella exilis* localizado en las aletas pélvica y pectoral con 12.76% de prevalencia y 1.74 de intensidad media (Knoff *et al.*, 1994).

Lima *et al.* (2017) estudiaron la presencia de *Ergasilus versicolor* en 60 ejemplares de *Mugil garmaidianus* en Estuarios del área de Braganca, Pará – Brasil, donde desarrolla parte de su ciclo biológico para luego migrar al mar durante el período de desove, determinaron una abundancia media de 19,7;  $25,6 \pm 39,2$  parásitos/pez de intensidad parasitaria y una prevalencia de 78,33%, además determinaron que no hay correlación entre la infestación parasitaria con la longitud del hospedador.

En otras especies de peces se han realizado estudios para demostrar la correlación entre la abundancia media y la prevalencia con la talla y sexo del pez, como el estudio realizado por Iannacone y Alvaríño (2008) para relacionar la carga parasitaria con el tamaño y el sexo de los peces. En 115 especímenes de *Peprilus medius* “pampanito” provenientes del Terminal Pesquero de Chorrillos- Lima- Perú identificaron dos especies de copépodos parásitos: *Bomolochus sp.* con una prevalencia de 0,9% y una intensidad media de 1 y *Caligus sp.* con una prevalencia e intensidad media de 0,9% y 1 respectivamente, además determinaron que no existe relación entre la abundancia media y prevalencia parasitaria con el sexo del pez, ni con su tamaño. Otro estudio realizado por Iannacone y Alvaríño (2009a), en 369 especímenes de *Paralabrax humeralis* “cabrilla” del Terminal Pesquero de Chorrillos en Lima-Perú, identificando 3 especies de copépodos, estas especies fueron *Acantolochus paralabracis*, *Caligus quaoratus* y *Hatschekia amphiprocesa* con una prevalencia de 7,3%; 17,8% y 75,6% respectivamente, además también determinaron que no existe relación entre el sexo de pez, la prevalencia y la abundancia media presente.

### **3. HIPÓTESIS**

Existe una elevada prevalencia parasitaria de copépodos en *Mugil cephalus*, donde la intensidad media parasitaria está relacionada con su tamaño.

#### 4. OBJETIVOS

##### General

- Determinar la prevalencia y la intensidad media de infestación por copépodos parásitos *en Mugil cephalus* procedentes del terminal Pesquero de Ventanilla.

##### Específicos

- Determinar la prevalencia de copépodos parásitos de *Mugil cephalus*.
- Identificar los copépodos parásitos extraídos de *Mugil cephalus*.
- Determinar la intensidad media de copépodos parásitos de *Mugil cephalus*.
- Determinar la abundancia media de copépodos parásitos de *Mugil cephalus*.
- Determinar la relación entre la longitud del pez, la abundancia media y la intensidad de copépodos parásitos.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. MATERIAL BIOLÓGICO**

Se recolectaron 150 ejemplares de *Mugil cephalus* “lisa” entre los meses de Setiembre del 2018 a Abril del 2019 del Terminal Pesquero de Ventanilla-Callao, principal mercado mayorista de productos pesqueros en Lima metropolitana que comercializa cerca del 60% del volumen total y lo distribuye principalmente a las zonas de Lima Norte, Lima Este y Lima Centro. El terminal está ubicado a 21 m.s.n.m siendo sus coordenadas geográficas 77° 07' 27" de longitud Oeste y 11° 52' 15" de latitud Sur.

El material fue colocado en bolsas de polietileno con cierre hermético, los que fueron colocados en un cooler con bolsas refrigerantes para ser transportados desde el Terminal Pesquero al Laboratorio de Artrópodos Parásitos y Vectores ubicado en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

### **5.2. MÉTODOS**

#### **5.2.1. Obtención de datos biométricos**

Para la obtención de los datos biométricos de los peces se usó un ictiómetro elaborado para tal fin, el que consistió en una regla graduada que se colocó en una superficie plana donde los peces fueron extendidos y colocados sobre dicha regla para su medición. Se tomaron datos de la longitud de la cabeza, la altura del cuerpo, la longitud estándar y la longitud total del cuerpo. Para determinar el peso de los peces se empleó una balanza digital y todos los datos morfométricos fueron colocados en una ficha técnica según Anexo 1 (Ramos *et al.*, 2010).

### **5.2.2. Identificación del sexo de *Mugil cephalus***

Para la identificación del sexo de *Mugil cephalus* se siguió la metodología de Guzmán y Zárate (2008), que consistió en realizar la disección del espécimen para la observación macroscópica de las gónadas.

Se identificaron los machos por el color de las gónadas (rosado pálido) y en algunos casos con presencia de esperma. Las hembras presentaron las gónadas de coloración naranja y en ocasiones hubo presencia de ovas y los juveniles con gónadas de tamaño muy pequeño por lo que el sexo era indeterminado (Ramos *et al.*, 2010).

### **5.2.3. Observación de copépodos parásitos en *Mugil cephalus***

Para la búsqueda de copépodos primero se realizó la revisión macroscópica de la superficie externa del cuerpo de los peces, analizando ojos, orificios nasales, aletas (espinosa dorsal, suave dorsal, pectoral, pélvica, anal y caudal), piel y cola, y en segundo lugar las branquias (cavidad branquial, arcos branquiales, branquiespinas, filamentos branquiales y lamelas). (Iannacone y Alvarino, 2009<sup>a</sup>)

#### **5.2.3.1. Búsqueda de copépodos en las branquias**

Se observaron las branquias externamente y luego fueron extraídas con ayuda de tijeras y pinzas finas, colocándolas en una placa Petri de 150mm. Bajo el estereoscopio se separaron los arcos branquiales, se peinaron los filamentos branquiales y las lamelas con un pincel de cerdas finas para no dañar el material biológico y los especímenes recolectados fueron colocados en una placa de Petri de 60mm con solución salina. Posteriormente los filamentos branquiales fueron colocados en un frasco con tapa rosca con agua directamente del grifo y se procedió a agitarlo, se dejó en reposo 15 a 20 minutos, luego se realizó nuevamente el peinado de las branquias con pincel de cerdas finas y se analizó el agua restante del frasco, ambos procedimientos bajo el estereoscopio.



#### **5.2.3.2. Aislamiento de los copépodos**

Los copépodos parásitos encontrados fueron cuantificados y conservados en alcohol al 70% para su posterior identificación por microscopía simple y algunos especímenes fueron fijados con glutaraldehído para ser identificados por microscopía electrónica de barrido

### **5.3. Identificación Taxonómica de los copépodos parásitos extraídos de *Mugil cephalus***

#### **5.3.1. Microscopía simple**

El montaje de los copépodos se realizó en láminas portaobjetos y consistió en colocar cada copépodo sobre la lámina portaobjetos, ayudado con pinzas para extender sus patas y antenas (características importantes para identificación de especies). Se le adicionó una gota de fenol y sobre ello se colocó una lámina cubre objeto. Con papel de filtro se retiró el exceso de fenol y se presionó la lámina cubre objeto para que todo el copépodo y sus estructuras se encuentren extendidas. Luego se procedió a la observación de las láminas en un estereoscopio para la identificación de los copépodos.

La identificación de los copépodos parásitos se realizó utilizando las claves taxonómicas modificada por Basseda (1947) y modificada por Jaume *et al.*(2004). También se usaron las claves de Margolis y Kabata (1988), Vives y Shmeleva (2010), Hernández (2015), Melic (2015) y Miracle (2015),

#### **5.3.2. Microscopía electrónica de barrido**

El proceso de fijación con glutaraldehído permitió modificar los componentes celulares para impedir la autólisis celular, el ataque microbiano y la alteración especial por los tratamientos ulteriores. El glutaraldehído preservó principalmente los componentes proteicos celulares.

El proceso de deshidratación se realizó con alcoholes de grado ascendente hasta llegar al grado absoluto, donde los copépodos fueron expuestos a los grados 40%, 50%, 70%, 80%, 90% y al grado absoluto, por un periodo de 8 minutos por cada concentración de alcohol, posteriormente se volvió a preservar en glutaraldehído al 2,5% hasta el proceso de secado.

Las muestras fueron colocadas en sobres de papel Whatman grado 41 y para el secado completo se colocaron dichos sobres en un desecador a punto crítico *Electro Microscopy Science 850* por 2 horas, el cual permitió el desecado de las muestras para preservar sus ultraestructuras antes de su procesamiento al vacío. Bajo el estereoscopio las muestras fueron colocadas sobre una superficie adherente, seguidamente se colocaron las muestras en el metalizador *SPI supplies* por 80 segundos, el cual se encargó de recubrir las muestras con Oro para mejorar la dispersión de los electrones.

Finalmente se realizó el traspaso a los contenedores, los cuales fueron colocados en la cámara porta muestras del Microscopio electrónico de barrido *FEI Inspect S50* para su observación. (Rojas y López, 2015)

#### **5.4. Parámetros ecológicos de Bush (1997)**

Para determinar la prevalencia, intensidad media y la abundancia parasitaria de los copépodos en *Mugil cephalus*, se aplicaron los parámetros ecológicos de Bush.

##### **5.4.1. Determinación de Prevalencia**

La prevalencia se calculó por el número de peces parasitados por una especie de copépodo entre el número total de peces analizados por 100.

$$\text{Prevalencia} = \frac{\text{Número de peces parasitados por una especie de copépodo}}{\text{Número total de peces analizados}} \times 100$$

##### **5.4.2. Determinación de Intensidad media**

La intensidad media se calculó dividiendo el número total de copépodos de una especie determinada sobre el número de peces parasitados.

$$\text{Intensidad media} = \frac{\text{Número total de copépodos de una especie}}{\text{Número de peces parasitados}}$$

##### **5.4.3. Determinación de Abundancia y Abundancia media**

La abundancia, es el número de copépodos parásitos de una especie sobre un pez sin tener en cuenta si el pez está o no infectado. La abundancia media se calculó entre el número total de copépodos parásitos entre el número total de peces examinados.

$$\text{Abundancia media} = \frac{\text{Número total de copépodos}}{\text{Número total de peces examinados}}$$

Se graficó la abundancia media de cada copépodo parásito vs. la longitud total del hospedero.

### **5.5. Relación entre la longitud total del pez, la abundancia media y la intensidad media de copépodos parásitos**

Para hallar la relación entre la longitud total del pez y la abundancia media de copépodos parásitos, se graficó la abundancia media de cada copépodo parásito vs. la longitud total del hospedero, catalogándolo en rangos según la regla de Sturges, que determina la incidencia diferencial del parasitismo en las diferentes tallas (Milton, 2007).

Para hallar la relación entre la longitud total del pez y la intensidad media de copépodos parásitos se catalogó la longitud total de los peces en rangos según la regla de Sturges (Milton, 2007) y se utilizó el coeficiente de correlación de prueba no paramétrica de Spearman que es útil para medir la relación entre dos variables: Longitud del pez / Intensidad parasitaria. (Iannacone y Alvarino, 2009<sup>b</sup>)

### **5.6. Procesamiento y análisis de datos**

Los datos se organizaron en una PC con programa Excel versión 2010 y para el procesamiento de tablas de distribución de datos discretos, gráfico de barras, tablas de doble entrada y coeficiente de correlación de Spearman se empleó el programa IBM SPSS Statistics versión 23.

## 6. RESULTADOS

Se obtuvieron 150 especímenes de *Mugil cephalus* del terminal pesquero de Ventanilla-Callao entre setiembre del 2018 y abril del 2019, coincidiendo con las 4 estaciones (finales de invierno, primavera, verano e inicios de otoño), los datos se encuentran en la tabla 11 (Anexo 2). De los cuales se identificaron 31 hembras, 57 juveniles y 62 machos, equivalentes al 20.7%, 38% y 41.3% respectivamente de los 150 especímenes de *Mugil cephalus* analizados.

### 6.1. Determinación de la prevalencia de copépodos

De los 150 especímenes de *Mugil cephalus* se extrajeron 390 copépodos parásitos. Se halló la prevalencia de infestación por copépodos parásitos de 78%, es decir, que de los 150 especímenes de *Mugil cephalus* analizados, 117 especímenes presentaron parasitismo por copépodos y 33 especímenes resultaron negativos.

La prevalencia por sexo de *Mugil cephalus* fue de 77% para las hembras (24/31 hembras fueron parasitadas), 81% para los juveniles (46/57 juveniles fueron parasitados) y 78% (46/62 machos fueron parasitados) para los machos.

### 6.2. Identificación de especies de copépodos

Utilizando las claves taxonómicas se identificaron 4 géneros de copépodos parásitos: *Bomolochus sp.* que fueron ubicados en la cavidad branquial y adheridos a los arcos branquiales, mientras *Caligus sp.* y *Naobranchia sp.* se encontraron adheridos a los filamentos branquiales y *Parabrachiella sp.* fue localizada en la aleta pectoral y pélvica. Se determinó que las branquias fueron los órganos con mayor presencia de copépodos alcanzando el 99% y el 1% fueron localizados en las aletas de *Mugil cephalus*.

La prevalencia por copépodos en *M. cephalus* fue de 69% para *Naobranchia sp.*, de 26% para *Bomolochus sp.*, de 3% para *Caligus sp.*, y de 2% para *Parabrachiella sp.* (Tabla 1).

**Tabla 1.** Número de peces parasitados por una especie de copépodo y su respectiva prevalencia parasitaria.

	<b><i>Naobranchia</i> sp.</b>	<b><i>Bomolochus</i> sp.</b>	<b><i>Caligus</i> sp.</b>	<b><i>Parabrachiella</i> sp.</b>
N° de peces parasitados	104	39	4	3
N° total de peces analizados	150			
Prevalencia	69%	26%	3%	2%

Se realizó la microscopía electrónica en *Naobranchia sp.*, *Bomolochus sp.* y *Caligus sp.*. En *Parabrachiella sp.* no se logró realizar la microscopía electrónica, debido a que los ejemplares obtenidos de *Parabrachiella sp.* fueron insuficientes.

- ***Bomolochus sp.***

Ectoparásito localizado en la cavidad branquial, no se encuentra fijado a *Mugil cephalus*. Su boca no forma un tubo subcilíndrico, caracterizada por tener la primera antena enganchada desde la base por la cuarta seta. (Figuras 6, 7 y 8)

- ***Caligus sp.***

Fue localizado en la cavidad branquial del hospedero, presenta una boca en forma de un tubo subcilíndrico y situado en el ápice, presenta un segmento libre entre el cefalotórax y el complejo genital, caracterizado por presentar lúnulas. (Figuras 9, 10, 11, 12 y 13)

- ***Naobranchia sp.***

Fue encontrado en los filamentos branquiales, adherido a ellos, presenta boca en forma de tubo subcilíndrico, posee cefalotórax muy desarrollado, su segunda maxila fusionada en las puntas, posee un tronco en el cual se adhieren los sacos ovígeros. (Figuras 1, 2, 3, 4 y 5)

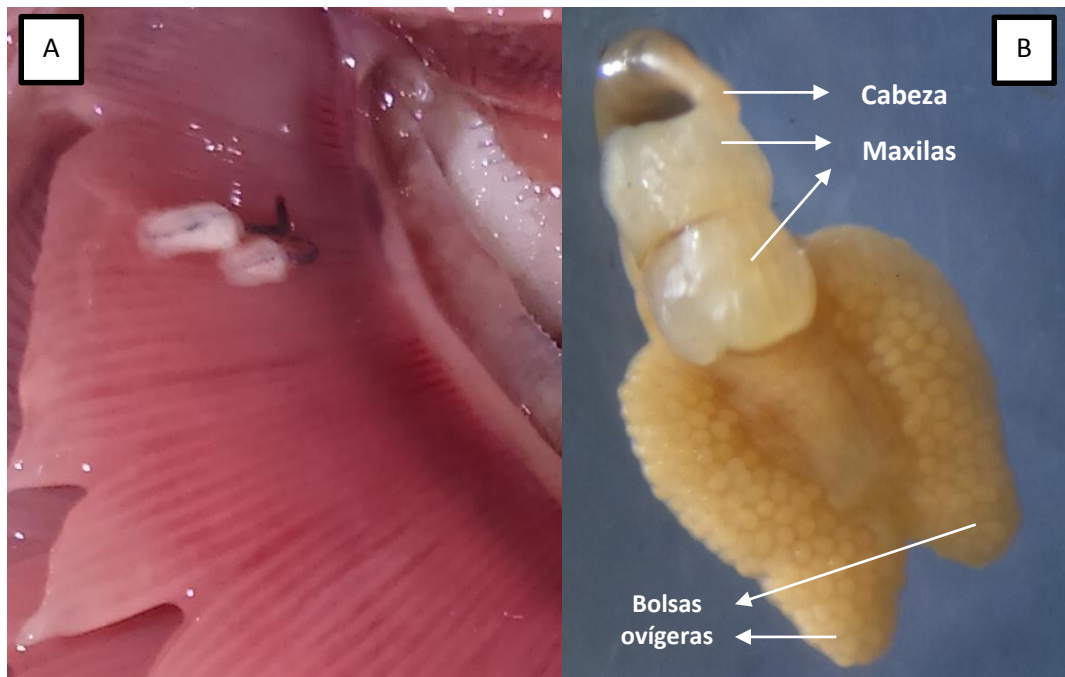
- ***Parabrachiella sp.***

Fue localizado adherido a las aletas pectoral y pélvica, boca en forma de tubo subcilíndrico, segunda maxila fusionada y parcialmente localizada a lo largo del tronco, presencia de tronco, presenta maxilípedos cerca del cono oral. (Figuras 14 y 15).

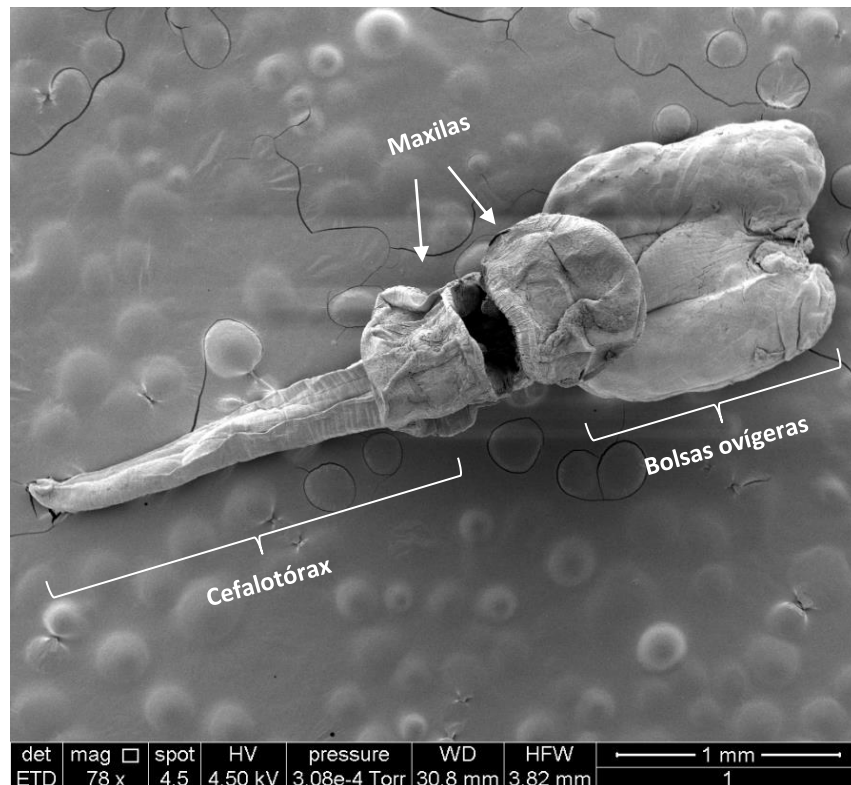
## COPÉPODOS PARÁSITOS IDENTIFICADOS

### *Naobbranchia* sp.

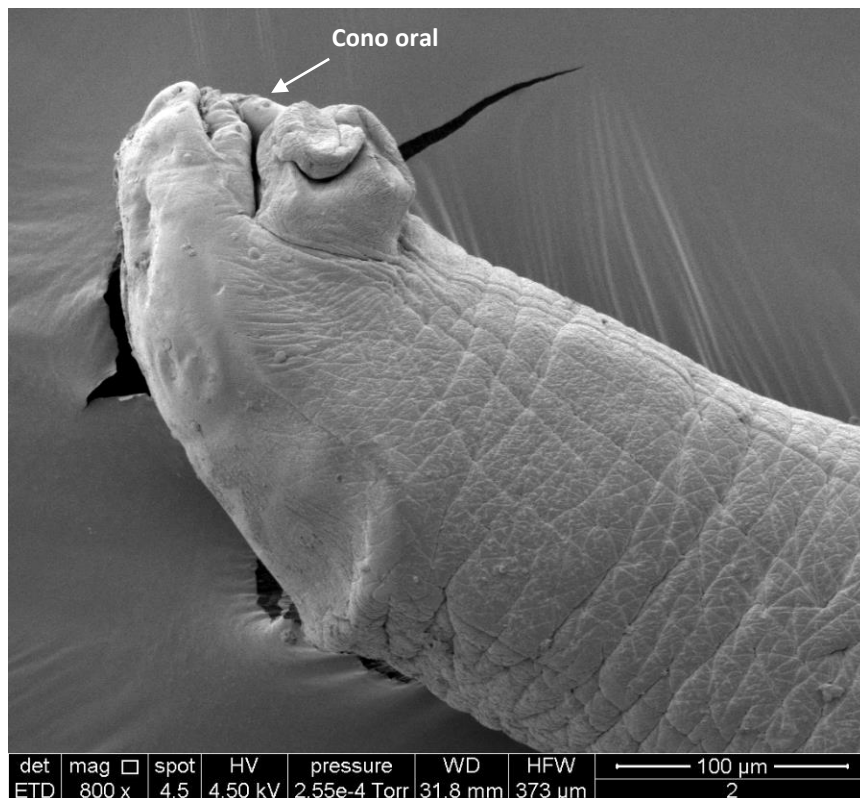
REINO : Animalia  
FILO : Arthropoda  
SUBFILO : Crustacea  
CLASE : Maxilopoda  
SUBCLASE : Copepoda  
ORDEN : Siphonostomatoida  
FAMILIA : Lernaeopodidae  
GÉNERO : Naobbranchia



**Figura 1. A:** *Naobbranchia* sp. adherida a los filamentos branquiales - Vista macroscópica. **B:** *Naobbranchia* sp. - Vista estereoscópica

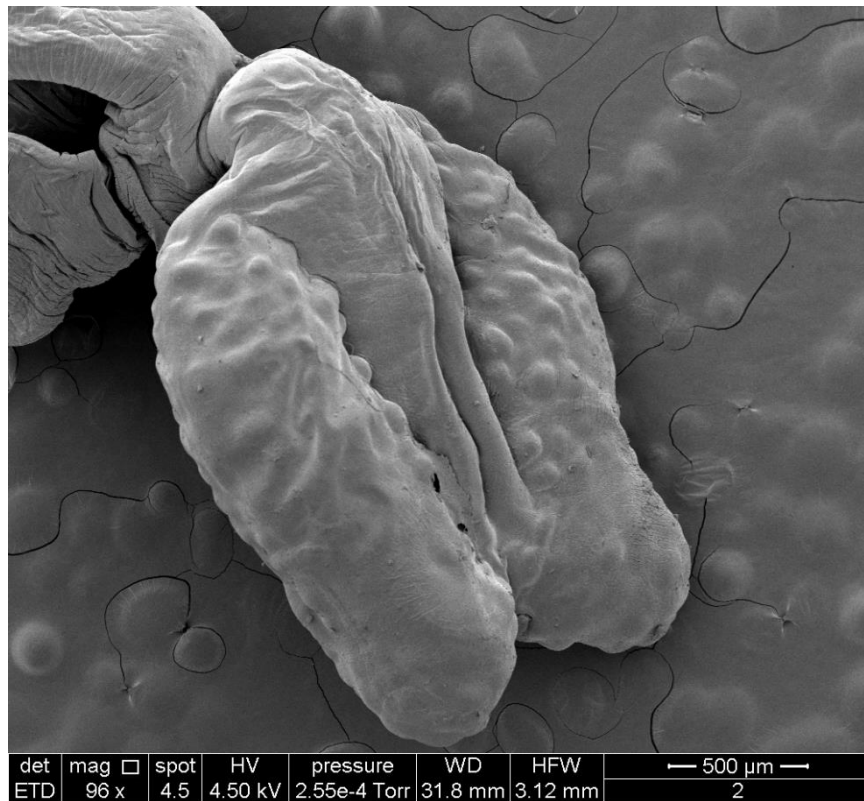


**Figura 2.** *Naobranchia* sp. vista dorsal -  
Microscopía electrónica



**Figura 3.** *Naobranchia* sp. vista de la cabeza -  
Microscopía electrónica





**Figura 4.** Bolsas ovígeras de *Naobranchia* sp. -  
Microscopía electrónica

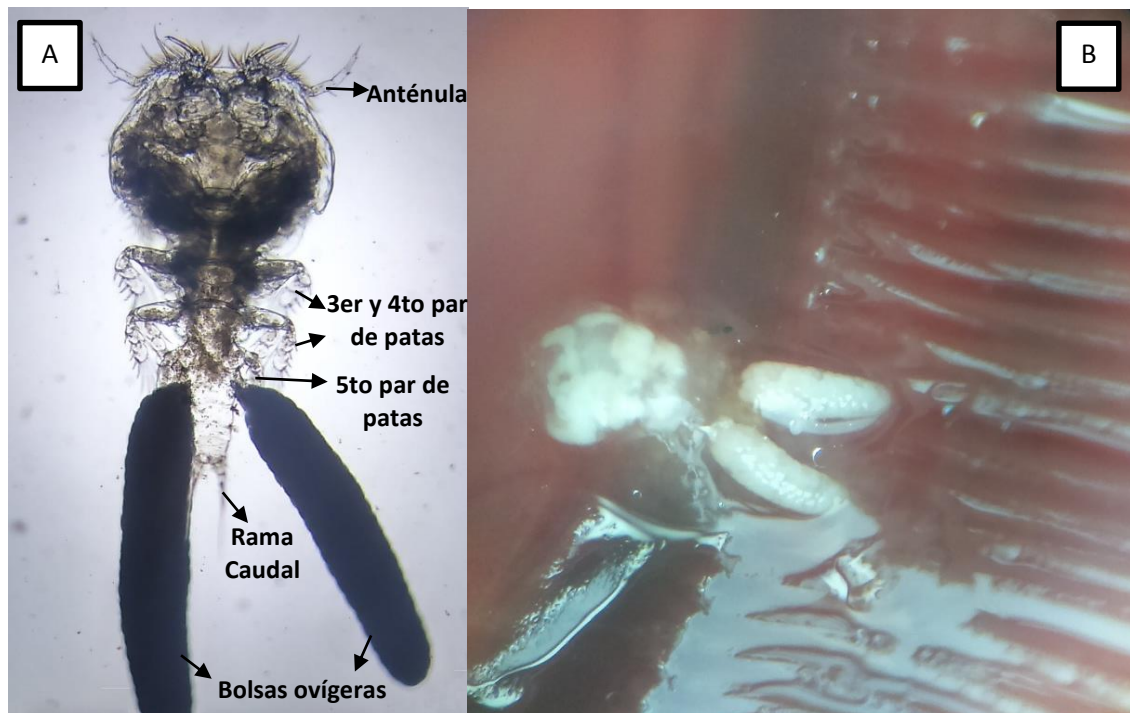


**Figura 5.** *Naobranchia* sp. vista ventral -  
Microscopía electrónica

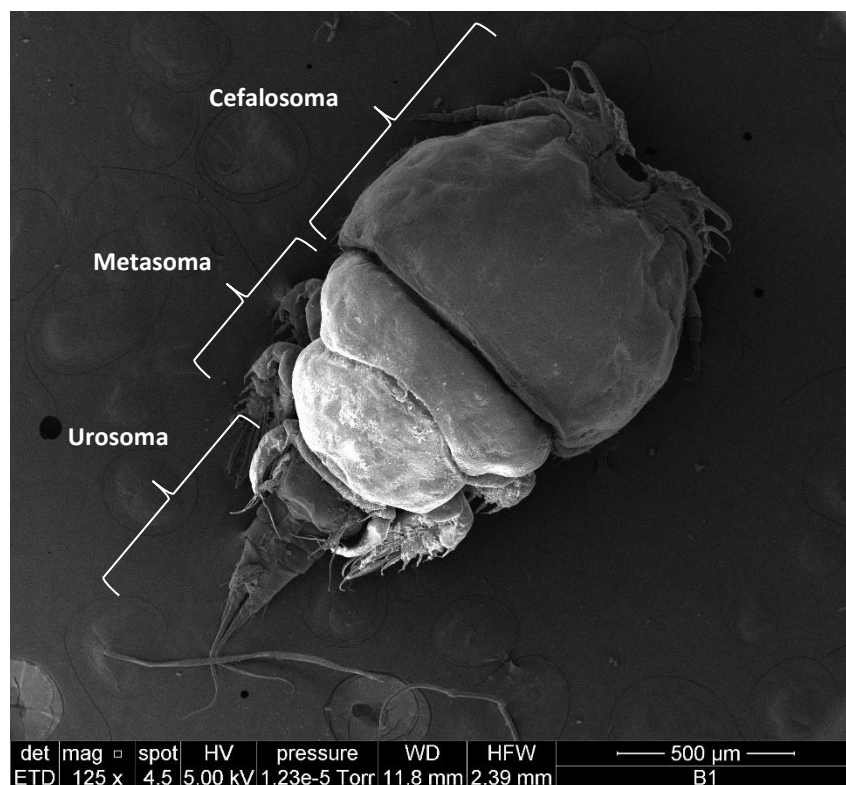
## COPÉPODOS PARÁSITOS IDENTIFICADOS

### ***Bomolochus sp.***

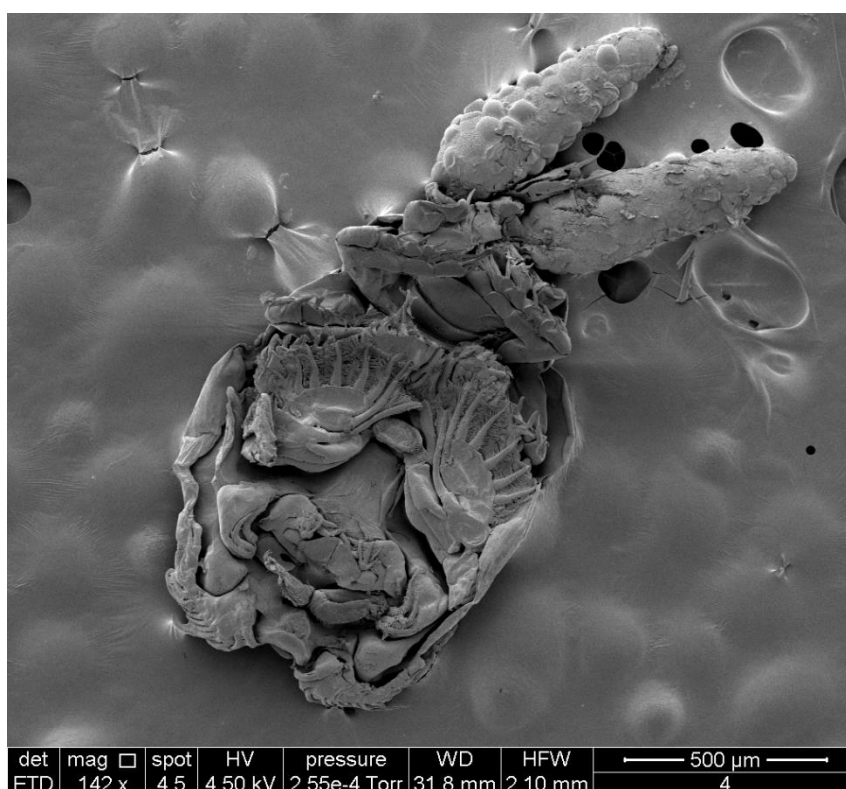
REINO : Animalia  
FILO : Arthropoda  
SUBFILO : Crustacea  
CLASE : Maxilopoda  
SUBCLASE : Copepoda  
ORDEN : Poecilostomatoida  
FAMILIA : Bomolochidae  
GÉNERO : Bomolochus



**Figura 6. A:** *Bomolochus sp.* – Microscopía óptica 4X **B:** *Bomolochus sp.* adherido al arco branquial - Vista estereoscópica



**Figura 7.** *Bomolochus* sp. vista dorsal -  
Microscopía electrónica

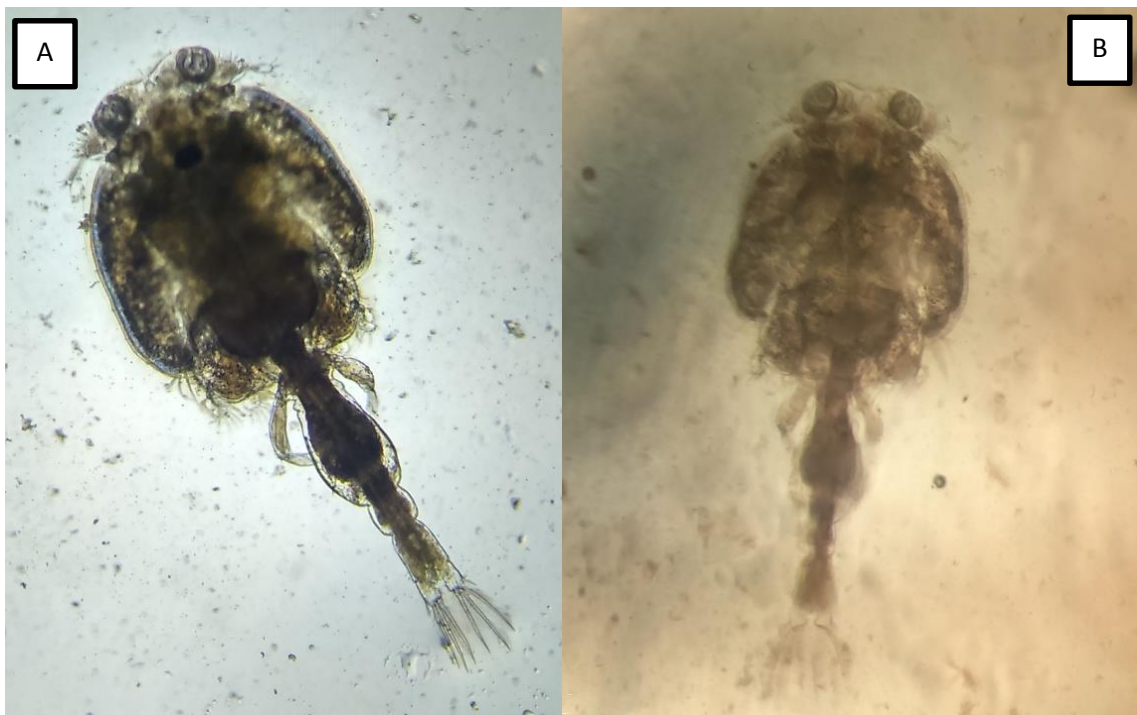


**Figura 8.** *Bomolochus* sp. vista ventral -  
Microscopía electrónica

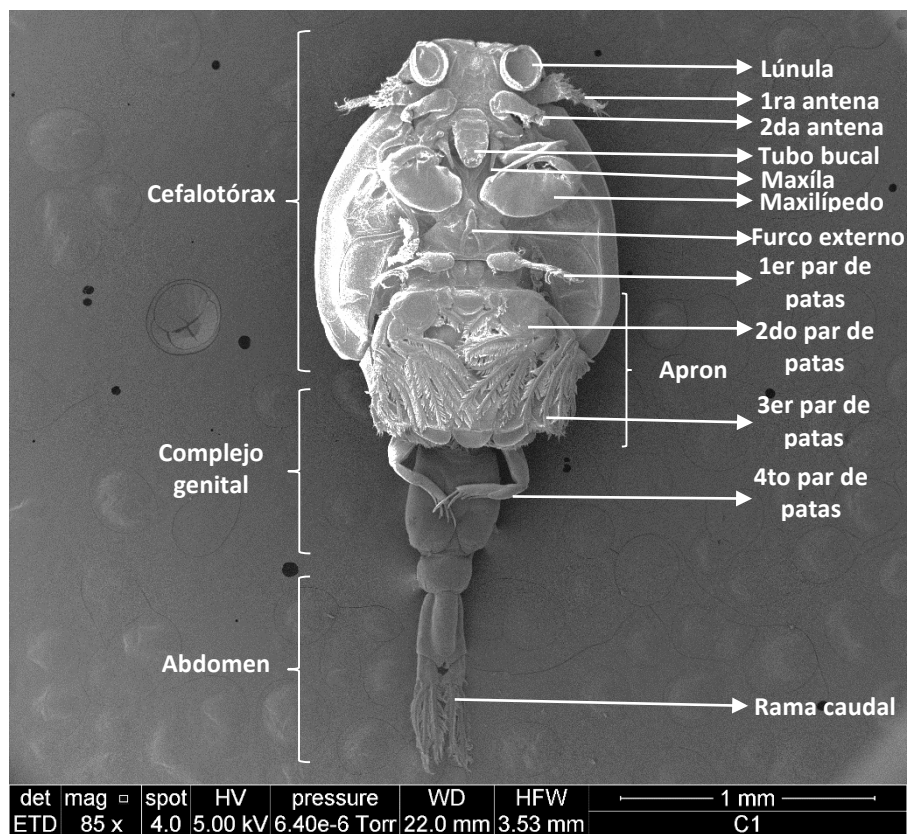
## COPÉPODOS PARÁSITOS IDENTIFICADOS

### *Caligus sp.*

REINO : Animalia  
FILO : Arthropoda  
SUBFILO : Crustacea  
CLASE : Maxilopoda  
SUBCLASE : Copepoda  
ORDEN : Siphonostomatoida  
FAMILIA : Caligidae  
GÉNERO : Caligus



**Figura 9. A:** *Caligus sp.* **B:** *Caligus sp.* localizado en las branquias - Vista estereoscópica

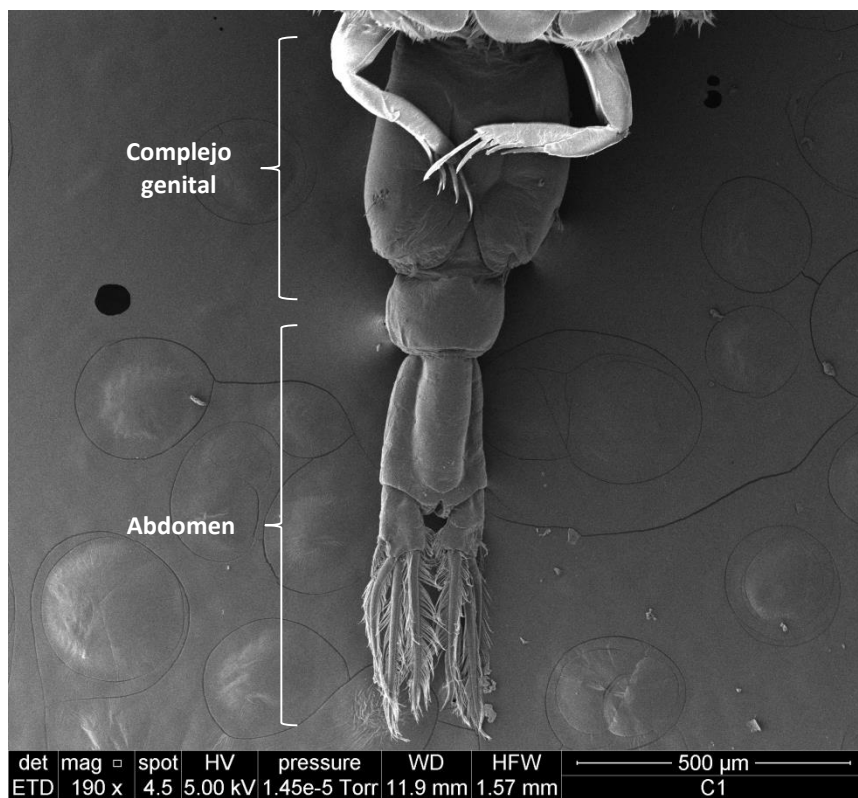


**Figura 10.** *Caligus* sp. vista ventral -  
Microscopía electrónica

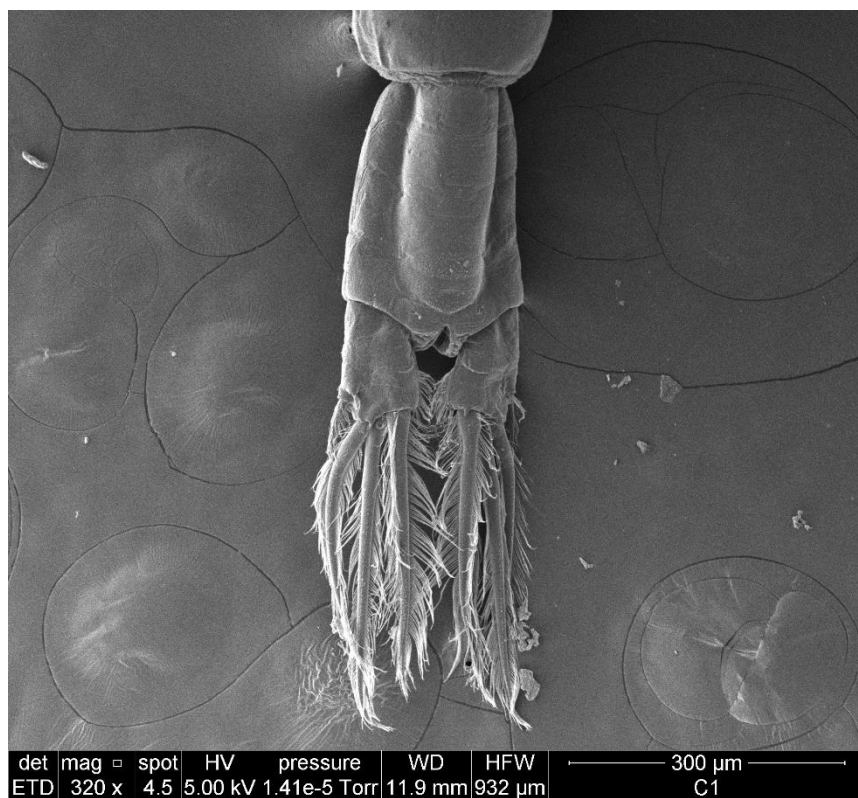


**Figura 11.** Cefalotórax y Apron de *Caligus* sp. Vista ventral  
Microscopía electrónica





**Figura 12.** Complejo genital y abdomen de *Caligus sp.* - Microscopía electrónica

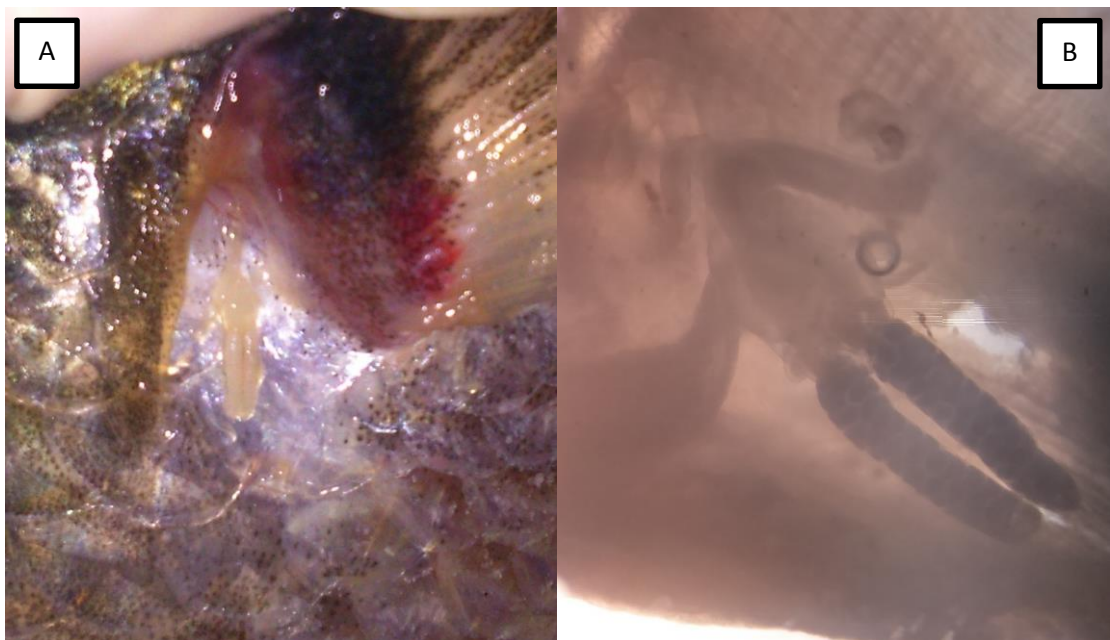


**Figura 13.** Abdomen de *Caligus sp.* - Microscopía electrónica

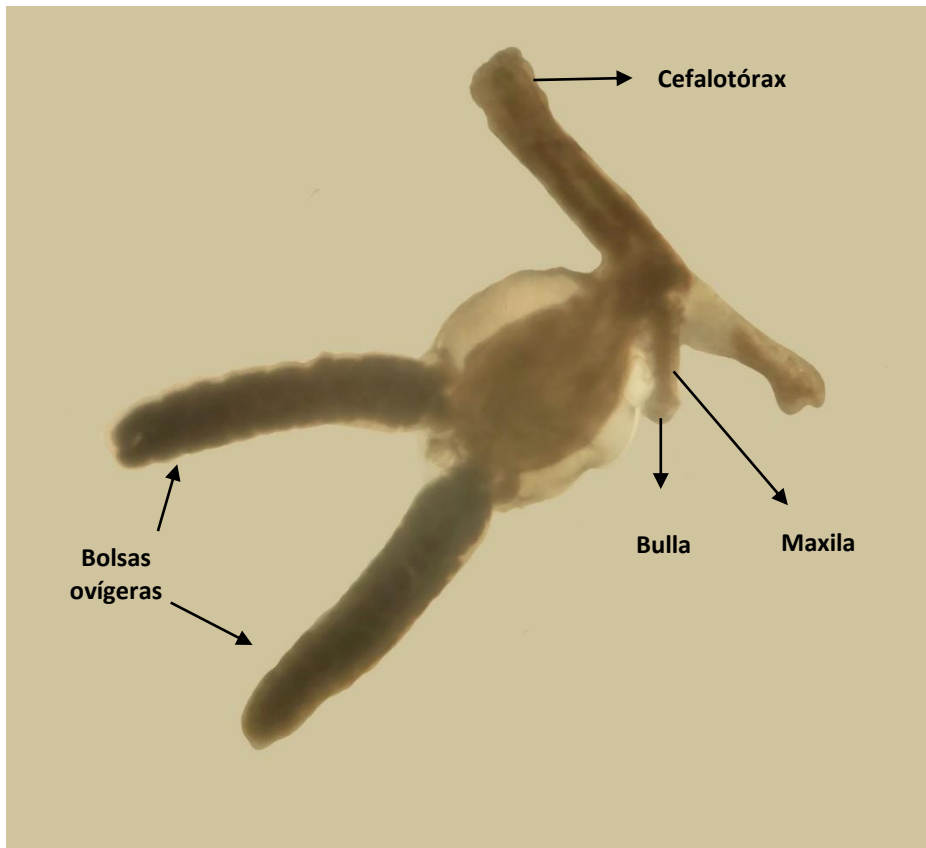
## COPÉPODOS PARÁSITOS IDENTIFICADOS

### *Parabrachiella sp.*

REINO : Animalia  
FILO : Arthropoda  
SUBFILO : Crustacea  
CLASE : Maxilopoda  
SUBCLASE : Copepoda  
ORDEN : Siphonostomatoida  
FAMILIA : Lernaepodidae  
GÉNERO : *Parabrachiella*



**Figura 14. A:** *Parabrachiella sp.* adherida a la aleta pectoral de *M. cephalus* - Vista macroscópica. **B:** *Parabrachiella sp.* adherida al tegumento de *M. cephalus* - Vista estereoscópica.



**Figura 15.** *Parabrachiella* sp.- Vista estereoscópica.



### 6.3. Determinación de la intensidad media de infestación por copépodos

La intensidad parasitaria define cual ha sido la infestación por copépodo parásito por cada pez infectado. En la Tabla 2 se muestra cada uno de los peces analizados y el número de copépodos por especie que se identificó.

La intensidad fue calculada como el número de copépodos de una especie parásita específica hallados por pez infectado, los datos fueron registrados en la tabla 12 (Anexo 3).

La intensidad media parasitaria por copépodos fue de 2.68 para *Naobranchia sp.*, 0.57 para *Bomolochus sp.*, 0.05 para *Caligus sp.* y 0.03 para *Parabrachiella sp.* (Tabla 2). Esto implica que por cada pez infectado hay 3 copépodos del género *Naobranchia sp.* y 1 copépodo del género *Bomolochus sp.* que lo parasitan, mientras que la presencia de *Caligus sp.* y *Parabrachiella sp.* no es significativa.

**Tabla 2.** Número de peces parasitados por copépodo y su respectiva intensidad media parasitaria.

	<i>Naobranchia sp.</i>	<i>Bomolochus sp.</i>	<i>Caligus sp.</i>	<i>Parabrachiella sp.</i>
N° total de copépodos	314	67	6	3
N° total de peces parasitados	117			
Intensidad media	2.68	0.57	0.05	0.03

### 6.4. Determinación de la abundancia media

La abundancia media se define como el número promedio de parásitos por hospedador examinado en una muestra, calculándose como el número total de parásitos entre el número total de hospedadores examinados.

La abundancia media parasitaria fue de 0.45 para *Bomolochus sp.*, 0.04 para *Caligus sp.*, 2.09 para *Naobranchia sp.* y de 0.02 para *Parabrachiella sp.* (Tabla 3). Esto implica que por cada pez analizado (este o no infectado) hay 2 copépodos del género

*Naobranchia* sp. que lo parasitan, mientras que la presencia de *Bomolochus* sp, *Caligus* sp., así como de *Parabrachiella* sp. no fue significativa.

**Tabla 3.** Número de copépodos parásitos y abundancia media parasitaria.

	<i>Naobranchia</i> sp.	<i>Bomolochus</i> sp.	<i>Caligus</i> sp.	<i>Parabrachiella</i> sp.
N° de copépodos	314	67	6	3
N° total de peces analizados	150			
Abundancia media	2.09	0.45	0.04	0.02

#### 6.5. Correlación entre la longitud total del pez y la abundancia media de copépodos parásitos

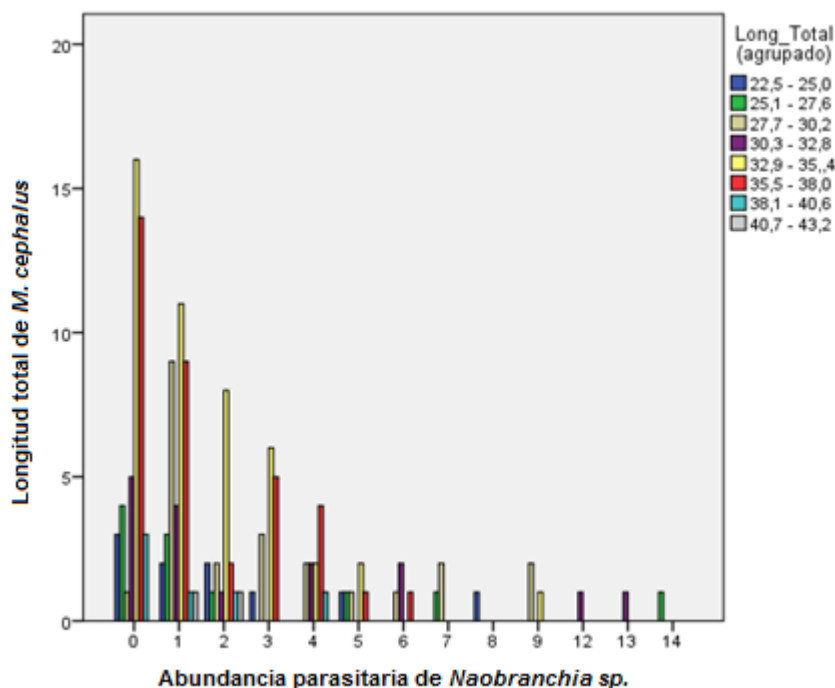
Para determinar la correlación entre la abundancia de copépodos y la longitud total de *M. cephalus* se agruparon en intervalos de acuerdo a la longitud total de *Mugil cephalus* siguiendo la regla de Sturges (Milton, 2007). Para ello se tuvo en cuenta que el rango de la longitud total de *M. cephalus* estuvo entre los 22,5 cm hasta los 43,2cm, haciendo un total de 8 intervalos de clase, con una amplitud de 2.6 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Códigos e intervalos de longitud total en centímetros.

Código de intervalo	Intervalos de Longitud
I	22,5 – 25,0
II	25,1 – 27,6
III	27,7 – 30,2
IV	30,3 – 32,8
V	32,9 – 35,4
VI	35,5 – 38,0
VII	38,1 – 40,6
VIII	40,7 – 43,2

### 6.5.1. Correlación entre la abundancia de *Naobbranchia sp.* y la longitud total

La relación entre la abundancia parasitaria de *Naobbranchia sp.* con respecto a la longitud total de *M. cephalus* en cada uno de los intervalos de longitud total se muestran en la Gráfica 1 y Tabla 5.



**Gráfica 1.** Relación entre la abundancia parasitaria de *Naobbranchia sp.* y la longitud total de *M. cephalus* agrupado en intervalos.

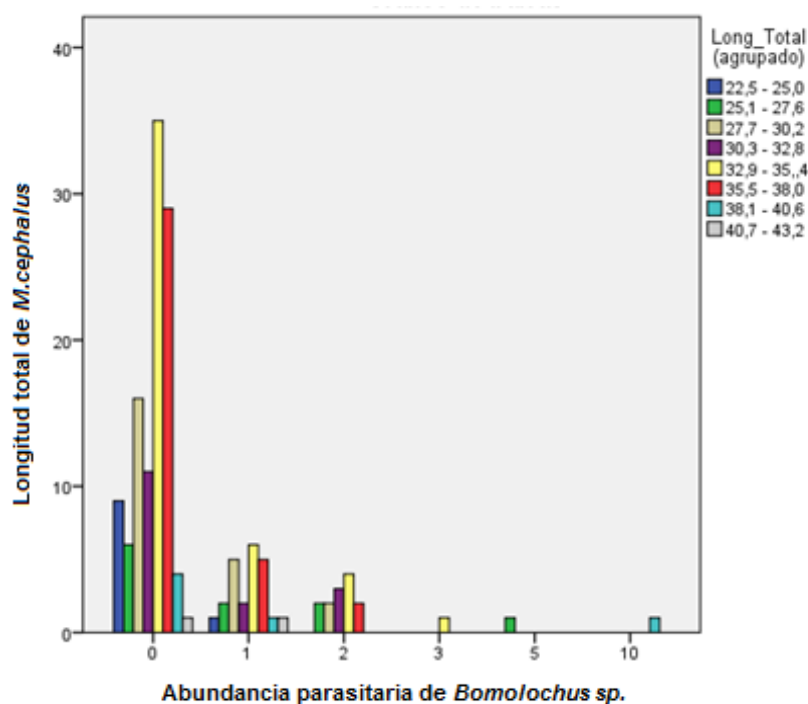
En los resultados obtenidos en la tabla 5 para la correlación inversa entre *Naobbranchia sp.* y la longitud total de *M. cephalus* se evidencia que los hospederos parasitados por cada intervalo de longitud son de 7, 7, 22, 11, 30, 22, 3 y 2, para los 8 intervalos de longitud respectivamente. Al analizar estos resultados se evidencia que no hay correlación inversa entre la abundancia parasitaria y el intervalo de longitud total de *M. cephalus*.

**Tabla 5.** Tabla de contingencia *Naobranchia sp.* vs Longitud Total (agrupado)

			Longitud Total agrupado (cm)							Total	
			22,5-25,0	25,1-27,6	27,7-30,2	30,3-32,8	32,9-35,4	35,5-38,0	38,1-40,6		40,7-43,2
Naobranchia sp.	0	Recuento	3	4	1	5	16	14	3	0	46
		% del total	2,0%	2,7%	0,7%	3,3%	10,7%	9,3%	2,0%	0,0%	30,7%
	1	Recuento	2	3	9	4	11	9	1	1	40
		% del total	1,3%	2,0%	6,0%	2,7%	7,3%	6,0%	0,7%	0,7%	26,7%
	2	Recuento	2	1	2	1	8	2	1	1	18
		% del total	1,3%	0,7%	1,3%	0,7%	5,3%	1,3%	0,7%	0,7%	12,0%
	3	Recuento	1	0	3	0	6	5	0	0	15
		% del total	0,7%	0,0%	2,0%	0,0%	4,0%	3,3%	0,0%	0,0%	10,0%
	4	Recuento	0	0	2	2	2	4	1	0	11
		% del total	0,0%	0,0%	1,3%	1,3%	1,3%	2,7%	0,7%	0,0%	7,3%
	5	Recuento	1	1	1	0	2	1	0	0	6
		% del total	0,7%	0,7%	0,7%	0,0%	1,3%	0,7%	0,0%	0,0%	4,0%
	6	Recuento	0	0	1	2	0	1	0	0	4
		% del total	0,0%	0,0%	0,7%	1,3%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	2,7%
	7	Recuento	0	1	2	0	0	0	0	0	3
		% del total	0,0%	0,7%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%
	8	Recuento	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		% del total	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	9	Recuento	0	0	2	0	1	0	0	0	3
		% del total	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%
	1	Recuento	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	2	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	1	Recuento	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	3	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	1	Recuento	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	4	% del total	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
Total		Recuento	10	11	23	16	46	36	6	2	150
		% del total	6,7%	7,3%	15,3%	10,7%	30,7%	24,0%	4,0%	1,3%	100,0%

### 6.5.2. Correlación entre la abundancia de *Bomolochus sp.* y la longitud total

La relación entre la abundancia parasitaria de *Bomolochus sp.* con respecto a la longitud total de *M. cephalus* en cada uno de los intervalos de clase no muestran una diferencia significativa entre los diferentes intervalos de longitud total como se muestra en la Gráfica 2 y Tabla 6. De la Tabla 6 se infiere que los hospederos parasitados por cada intervalo de longitud son de 1, 5, 7, 5, 11, 7, 2 y 1, para cada uno de los 8 intervalos de longitud respectivamente.



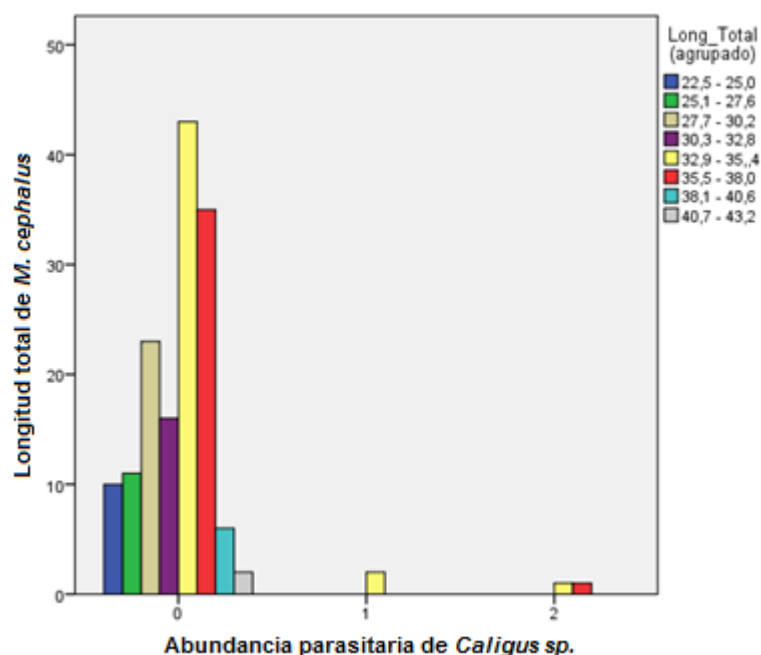
**Gráfica 2.** Relación entre la abundancia parasitaria de *Bomolochus sp.* y la longitud total de *M. cephalus* agrupado en intervalos

**Tabla 6.** Tabla de contingencia *Bomolochus sp.* vs Longitud Total (agrupado)

			Longitud Total agrupada (cm)								Total
			22,5- 25,0	25,1- 27,6	27,7- 30,2	30,3- 32,8	32,9- 35,,4	35,5- 38,0	38,1- 40,6	40,7- 43,2	
<i>Bomolochus sp.</i>	0	Recuento	9	6	16	11	35	29	4	1	111
		% del total	6,0%	4,0%	10,7 %	7,3%	23,3%	19,3%	2,7%	0,7%	74,0%
	1	Recuento	1	2	5	2	6	5	1	1	23
		% del total	0,7%	1,3%	3,3%	1,3%	4,0%	3,3%	0,7%	0,7%	15,3%
	2	Recuento	0	2	2	3	4	2	0	0	13
		% del total	0,0%	1,3%	1,3%	2,0%	2,7%	1,3%	0,0%	0,0%	8,7%
	3	Recuento	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	5	Recuento	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		% del total	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%
	1	Recuento	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	0	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,7%
Total			10	11	23	16	46	36	6	2	150
			6,7%	7,3%	15,3 %	10,7 %	30,7%	24,0%	4,0%	1,3%	100,0%

### 6.5.3. Correlación entre la abundancia de *Caligus sp.* y la longitud total

La relación entre la abundancia parasitaria de *Caligus sp.* con respecto a la longitud total de *M. cephalus* en cada uno de los intervalos de clase no se puede llegar a una conclusión definitiva, debido a que no se encontró un número considerable de copépodos se evidencia en la Gráfica 3 y Tabla 7.



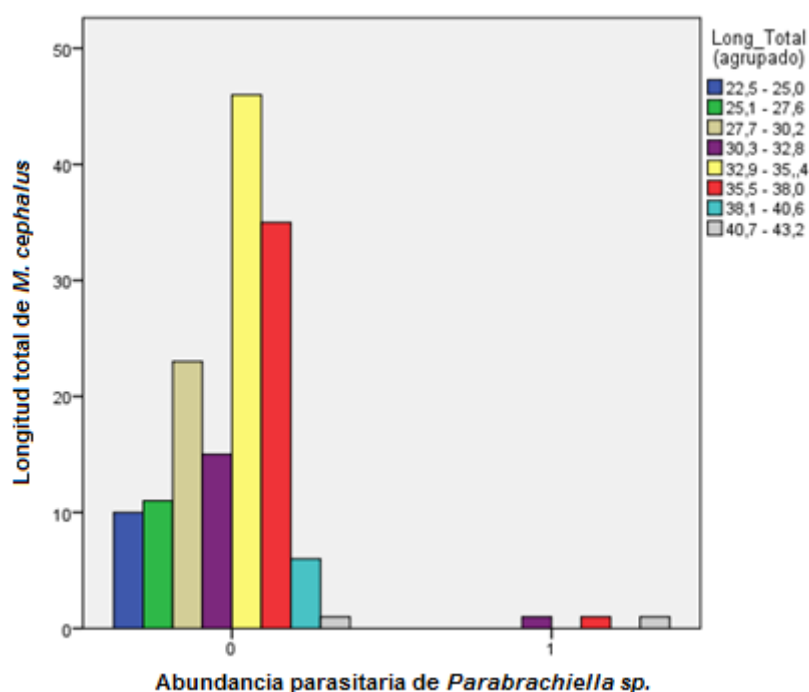
**Gráfica 3.** Relación entre la abundancia parasitaria de *Caligus sp.* y la longitud total de *M. cephalus* agrupado en intervalos

**Tabla 7.** Tabla de contingencia *Caligus sp.* vs Longitud Total (agrupado)

			Longitud Total agrupada (cm)							Total	
			22,5- 25,0	25,1- 27,6	27,7- 30,2	30,3- 32,8	32,9- 35,,4	35,5- 38,0	38,1- 40,6		40,7- 43,2
Caligus sp.	0	Recuento	10	11	23	16	43	35	6	2	146
		% del total	6,7%	7,3%	15,3%	10,7%	28,7%	23,3%	4,0%	1,3%	97,3%
	1	Recuento	0	0	0	0	2	0	0	0	2
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
	2	Recuento	0	0	0	0	1	1	0	0	2
		% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%	1,3%
Total	Recuento	10	11	23	16	46	36	6	2	150	
	% del total	6,7%	7,3%	15,3%	10,7%	30,7%	24,0%	4,0%	1,3%	100,0 %	

#### 6.5.4. Correlación entre la abundancia de *Parabrachiella* sp. y la longitud total

La relación entre la abundancia de *Parabrachiella* sp. con respecto a la longitud total de *M. cephalus* en cada uno de los intervalos de clase al igual que *Caligus* sp. no se puede llegar a una conclusión definitiva, debido a que tampoco se encontró un número considerable de copépodos tal como se evidencia en la Gráfica 4 y Tabla 8.



**Gráfica 4.** Relación entre la abundancia parasitaria de *Parabrachiella* sp. y la longitud total de *M. cephalus* agrupado en intervalos

**Tabla 8.** Tabla de contingencia *Parabrachiella* sp. vs Longitud Total (agrupado)

		Longitud Total agrupada (cm)								Total
		22,5-25,0	25,1-27,6	27,7-30,2	30,3-32,8	32,9-35,4	35,5-38,0	38,1-40,6	40,7-43,2	
Parabrachiella sp.	0 Recuento	10	11	23	15	46	35	6	1	147
	% del total	6,7%	7,3%	15,3%	10,0%	30,7%	23,3%	4,0%	0,7%	98,0%
	1 Recuento	0	0	0	1	0	1	0	1	3
	% del total	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,7%	0,0%	0,7%	2,0%
Total	Recuento	10	11	23	16	46	36	6	2	150
	% del total	6,7%	7,3%	15,3%	10,7%	30,7%	24,0%	4,0%	1,3%	100,0%

## 6.6. Correlación entre la longitud del pez y la intensidad de copépodos parásitos

Para determinar la correlación entre la longitud total de *Mugil cephalus* y la intensidad de copépodos parásitos se usaron los intervalos de longitud total que se encuentra en la tabla 4.

Al tener agrupado los peces por rangos de longitud total, se observó que el 6.7% (10 peces) se encuentran entre los rangos de 22,5 cm y 25,0cm; el 7.3% (11 peces) se encuentran entre los rangos de 25,1 cm y 27,6cm;el 15.3% (23 peces) se encuentran entre los rangos de 27,7 cm y 30,2cm;el 10.7% (16 peces) se encuentran entre los rangos de 30,3 cm y 32,8cm;el 30.7% (46 peces) se encuentran entre los rangos de 32,9 cm y 35,4cm;el 24% (36 peces) se encuentran entre los rangos de 35,5 cm y 38,0cm y el 4% (6 peces) se encuentran entre los rangos de 40,7 cm y 43,2cm (Tabla 9). Se determinó que el mayor número de peces estuvo en el rango de 32,9 cm y 35,4cm.

**Tabla 9.** Frecuencia y porcentaje del número de peces según el rango de longitud total.

Intervalo de Longitud		Frecuencia	Porcentaje
Válido	22,5 - 25,0	10	6,7
	25,1 - 27,6	11	7,3
	27,7 - 30,2	23	15,3
	30,3 - 32,8	16	10,7
	32,9 - 35,4	46	30,7
	35,5 - 38,0	36	24,0
	38,1 - 40,6	6	4,0
	40,7 - 43,2	2	1,3
	Total	150	100,0

Habiendo analizado la correlación entre longitud total del hospedero con la intensidad por copépodos parásitos, se tomó en cuenta que el nivel de significancia mayor de 0,05 prueba la existencia de correlación, de lo contrario si la correlación inversa es negativa la interpretación de resultados seria de la siguiente manera: Si el coeficiente de correlación es 0 la relación será nula, entre 0 y 0.2 la relación será muy baja, entre 0.2



y 0.4 la relación será baja, entre 0.4 y 0.6 la relación será moderada, entre 0.6 y 0.8 la relación será alta, entre 0.8 y 1 relación será muy alta y si es 1 será relación perfecta.

#### 6.6.1. Correlación entre la intensidad parasitaria por *Naobbranchia sp.*, *Bomolochus sp.* y longitud total.

En la tabla 10 se ha expresado la tabla de correlación de Spearman entre la intensidad parasitaria de *Naobbranchia sp.*, *Bomolochus sp.* y la longitud total de *Mugil cephalus* agrupada en los 8 intervalos de longitud total (Tabla 4), el valor del coeficiente de correlación para *Naobbranchia sp.* es -0.172 y para *Bomolochus sp.* es -0.053, obteniendo una relación muy baja en ambos casos, descartando así que exista correlación inversa entre la intensidad parasitaria por *Naobbranchia sp.* y por *Bomolochus sp.* y la longitud total de *M. cephalus*.

**Tabla 10.** Tabla de correlación de Spearman para intensidad parasitaria de *Naobbranchia sp.*, *Bomolochus sp.* y la longitud total de *M. cephalus* por rangos.

			Longitud Total (Agrupada)
Rho de Spearman	Longitud Total (Agrupada)	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
	<i>Naobbranchia sp.</i>	N	150
		Coeficiente de correlación	-,172*
		Sig. (bilateral)	,035
	<i>Bomolochus sp.</i>	N	150
		Coeficiente de correlación	-,053
		Sig. (bilateral)	,523
		N	150

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Por tanto, se determinó que no existe correlación inversa entre la intensidad parasitaria por *Naobbranchia sp.* y *Bomolochus sp.* y la longitud total de *M. cephalus*, además debido a que no se contó con datos suficientes que puedan garantizar un resultado significativo no se pudo determinar la existencia o no de correlación inversa entre la intensidad parasitaria por *Caligus sp.* y *Parabrachiella sp.* y la longitud total de *M. cephalus*.

## 7. DISCUSIÓN

A pesar de la importancia que tienen los copépodos parásitos de peces de consumo humano, pocos han sido los estudios que se han realizado a través del tiempo tanto en el Perú como en Latinoamérica y el mundo, que hayan demostrado la prevalencia de copépodos parásitos que afecten a *Mugil cephalus*.

En el presente trabajo se obtuvo una prevalencia del 78% de parasitismo por copépodos en *Mugil cephalus* procedente del Callao-Perú; resultado que fue menor que los obtenidos por Jara y Díaz (1995) en Trujillo-Perú quienes determinaron 95% de prevalencia de copépodos parásitos para *M. cephalus*, de igual forma, también menor que lo reportado por Vásquez y Jara (2012) en La Libertad y Piura-Perú que obtuvieron 91.1% de prevalencia por copépodos. Sin embargo, hay una notable diferencia entre nuestro estudio que obtuvo un 78% de prevalencia y el de Serrano *et al.* (2017) que determinaron un 40% de prevalencia por copépodos en *M. cephalus* procedentes de los terminales pesqueros de Chorrillos y Villa María del Triunfo (Lima-Perú), que podría deberse a que la zona de muestreo fue diferente, que se realizó en diferentes años, la forma de muestreo fue diferente y/o que la metodología de análisis en *M. cephalus* fue diferente.

Estudios realizados en otros países en *M. cephalus* también mostraron que la prevalencia de copépodos parásitos es alta, como el trabajo de Valles *et al.* (2000), en Baja California-México, que reportaron 72.7% de prevalencia de copépodos parásitos y el de Aladetohun *et al.* (2013), en África, que obtuvieron 43.66%, 37.35% y 45.51% de prevalencia de copépodos parásitos en *M. cephalus* en diferente zonas de muestreo. En otras especies de mugilides, como *Mugil garmaidianus*, Lima *et al.* (2017), en Braganca-Brasil, reportaron un 78.33% de prevalencia de copépodos parásitos, cuya prevalencia es similar a la nuestra (78%). Al analizar cada uno de los estudios mencionados se evidencia que la prevalencia de copépodos parásitos en mugilides y en particular en *Mugil cephalus* se ha mantenido alta, a su vez, estas prevalencias han

tenido variaciones porcentuales que han dependido de la estación del año, de la zona de muestreo (que han sido lagos, estuarios y océanos) y del año de realización del estudio.

En el presente estudio se identificaron 4 géneros de copépodos parásitos: *Naobranchia* sp. (69%); *Bomolochus* sp. (26%); *Caligus* sp. (3%) y *Parabrachiella* sp. (2%), mientras que Iannacone y Alvarino (2009<sup>b</sup>) solo identificaron a *Naobranchia lizae* y a *Bomolochus nitidus* en *M. cephalus* y además la prevalencia fue menor de 22.9% y 4.1% respectivamente, esta diferencia porcentual en la prevalencia de las especies podría deberse a que las zonas de muestreo fueron distintas pues mientras Iannacone y Alvarino muestrearon en la zona de Chorrillos-Lima-Perú, el nuestro se realizó de la zona de Ventanilla-Callao-Perú. De igual forma, Serrano *et al.* (2017), quienes muestrearon en la zona de Villa María del Triunfo y Chorrillos-Lima-Perú, también identificaron a *Caligus* sp. en *M. cephalus* pero con una prevalencia de 40%, mucho mayor al nuestro. Otro estudio que reporta la presencia de *Naobranchia* sp. y *Bomolochus* sp. en *M. cephalus* es el de Fernández (1987), en Chile (Arica), donde encontró *Naobranchia lizae* con una prevalencia de 70% resultado similar al nuestro y *Bomolochus chalguanus* n. sp, con prevalencia de 30% resultado muy cercano al nuestro. También Fernández (1987) realizó muestreos en zonas de Coquimbo y Concepción en Chile, reportando al género *Ergasilus* sp., que es un género de copépodo parásito que no se localizó en nuestro estudio, del cual identificó a 2 especies: *Ergasilus lizae* (43%) y *E. versicolor* (14%) en Concepción y en Coquimbo encontró *E. lizae* pero no reportó datos de la prevalencia debido a que no contó con datos suficientes. De igual modo, Jara y Díaz (1995), en Perú (Trujillo), reportaron 95% de prevalencia de *Ergasilus* sp. en *M. cephalus* y Aladetohun *et al.* (2013), en África, identificaron a *E. lizae* y *Ergasilus latus* en *M. cephalus*, no especificando su prevalencia.

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por Fernández (1987), Aladetohun *et al.* (2013), Jara y Díaz (1995), Iannacone y Alvarino (2009<sup>b</sup>) y Serrano *et al.* (2017),

se puede evidenciar que existe una gran variedad de especies de copépodos parásitos que afectan a *M. cephalus* y que en gran parte la presencia de cada especie de copépodos ha dependido del hábitat de donde su hospedador *M. cephalus* fue colectado, ya que *M. cephalus* es una especie cosmopolita que se encuentra distribuida a lo largo del Océano Pacífico y Atlántico y es capaz de vivir en lagos, ríos y mares.

En nuestra investigación el 99% de copépodos parásitos en *M. cephalus* fueron localizados en las branquias, resultados que concuerdan con los estudios realizados por Iannacone y Alvaríño (2009<sup>b</sup>), Jara y Díaz (1995) y Fernández (1987), que también localizaron a los copépodos en las branquias de *M. cephalus*; lo que comprueba que las branquias de *M. cephalus* son los órganos con mayor infestación por copépodos y teniendo en cuenta que estos parásitos se alimentan de las células epiteliales y de los fluidos del hospedero y por ser las branquias órganos vitales para los peces estarían perjudicando su capacidad respiratoria y su rendimiento nutricional. (De Kinkelin et al., 1991)

La Intensidad media parasitaria (IMP), por copépodos en *M. cephalus* ha sido reportada por diversos autores. En este estudio la IMP de *Naobranchia sp.* fue de 2.68, mientras, Iannacone y Alvaríño (2009<sup>b</sup>) reportaron a *Naobranchia lizae* con una IMP de 3,3 lo cual indica coincidencia en ambos estudios determinando que por cada *M. cephalus* parasitado hay 3 *Naobranchia sp.* En el caso de *Bomolochus sp.* es diferente, porque en nuestro estudio se halló un 0.57 de IMP entendiendo que por cada *M. cephalus* parasitada hay 1 *Bomolochus sp.*, mientras que Iannacone y Alvaríño reportaron 2,6 de IMP por *Bomolochus nitidus*. Fernández (1987) reportó a *Bomolochus chalguanus n. sp.* y a *Naobranchia lizae* con IMP de 1.0 y 1.8 respectivamente, siendo estos muy diferentes a los 2.68 y 0.57 de IMP que obtuvimos de *Naobranchia sp.* y *Bomolochus sp.* Aunque en nuestro estudio *Bomolochus sp.*, *Caligus sp.* y *Parabrachiella sp.* con IMP de 0.57, 0.05 y 0.03 respectivamente no hayan sido significativas (todas menores de 1.0) no se debe de dejar de tomar importancia a su presencia debido a que es la

primera vez que se reportan estos 3 copépodos parásitos junto a *Naobranchia sp.* en un mismo estudio.

Han sido pocos los trabajos que reportan la Abundancia media parasitaria (AMP) por copépodos en *M. cephalus*, en este estudio luego de la evaluación de 150 especímenes de *M. cephalus* se obtuvo una AMP de 0.45 y 2.09 para *Bomolochus sp* y *Naobranchia sp.* respectivamente, valores más elevados que los hallados por Iannacone y Alvaríño (2009<sup>b</sup>) quienes reportaron que en 75 especímenes de *M. cephalus*, *Bomolochus nitidus* obtuvo una AMP de 0.11 y *Naobranchia lizae* 0.75. Al analizar este trabajo con el nuestro para *Bomolochus sp.* podemos determinar que en ambos estudios los resultados no han sido representativos (menor de 1.0), debido a que estaríamos indicando que del total de especímenes de *M. cephalus* analizados ninguno presentó parasitismo por *Bomolochus sp.*. En cambio, es diferente lo que se evidencio en *Naobranchia sp.* pues la AMP que obtuvimos fue de 2.09 lo que se infiere que por cada ejemplar de *M. cephalus* hay dos especímenes de *Naobranchia sp.* que lo parasitan, mientras que Iannacone y Alvaríño solo reporto 0.75 de AMP, lo que indicaría que solo un individuo de *Naobranchia sp.* esta parasitando a cada *M. cephalus*.

Hallar la relación entre la IMP y la AMP con el tamaño de los peces ha sido un aspecto estudiado por diferentes autores en diversas especies de peces para comprobar la forma como el parasitismo por copépodos está ligado al desarrollo de los peces. En el presente trabajo se descarta la correlación inversa entre la AMP y la IMP por copépodos con la longitud total de *M. cephalus*, coincidiendo con lo observado por Iannacone y Alvaríño (2009<sup>b</sup>) que descartaron que haya correlación entre la AMP y la PP con el tamaño de *M. cephalus* y también con el de Valles *et al.* (2000) que determinaron que no hay correlación entre IMP por copépodos y el tamaño de *M. cephalus*. Estudios en otras especies de peces también han reportado, al igual que nuestros resultados, que no existe dicha correlación; tal es el caso de Iannacone y Alvaríño (2008) donde tampoco evidenciaron la existencia de correlación entre la carga parasitaria de copépodos y el

tamaño en *Peprilus medius* “pampanito”. Sin embargo, uno de los estudios que si demostraron correlación directa entre la IMP por copépodos y el tamaño de *M. cephalus* fue el realizado por Vásquez y Jara (2012), al determinar que a mayor talla la intensidad parasitaria es mayor. Por los estudios realizados, se sugiere que la correlación de la IMP y la AMP con el tamaño de *M. cephalus* necesita ser estudiado más ampliamente, debido a que se necesitan hallar otros factores que puedan influenciar el parasitismo por copépodos y que no necesariamente impliquen solo la Intensidad o la Abundancia parasitaria, sino que podría estar relacionado con factores del medio ambiente, como la presencia de metales pesados como cobre, zinc y plomo debido a que están relacionados como agentes causales de ciertos daños genéticos en diferentes especies de peces (Gaete *et al.*, 2014).

## 8. CONCLUSIONES

El parasitismo de *Mugil cephalus* por copépodos tuvo elevada prevalencia (78%).

Se identificaron 4 géneros de copépodos parásitos: *Bomolochus sp.*, *Caligus sp.*, *Naobranchia sp.* y *Parabrachiella sp.*

El copépodo con mayor prevalencia parasitaria, mayor intensidad media parasitaria y mayor abundancia media fue *Naobranchia sp.*

El copépodo parásito con menor prevalencia, menor intensidad media parasitaria y menor abundancia media fue *Parabrachiella sp.*

No existe correlación inversa entre la abundancia media, la intensidad de copépodos parásitos con la longitud del pez.

Este trabajo constituye el primer aporte para la identificación de copépodos en *Mugil cephalus* a través de la microscopía electrónica.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ABUMANDOUR, Mohamed y GEWAILY, Mahmoud. Morphological studies on the gills of puffer fish (*Lagocephalus sceleratus*, Gmelin, 1789). Int. J. Morphol. 2016, vol. 34, nº3, p.817-829.

ALADETOHUN, Nike; SAKITI, Nestor y BABATUNDE, Emmanuel. Copepoda parasites in economically important fish, Mugilidae (*Mugil cephalus* and *Liza falcipinnis* from Lac Nokoue Lagoon in Republic of Benin, West Africa. African Journal of Environmental Science and Technology. 2013, vol. 7, nº8, p. 799-807.

BALBUENA, E.; RÍOS, V.; FLORES, A.; MEZA, J. y GALEANO, A. Manual básico de sanidad piscícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay, Viceministerio de Ganadería de Paraguay y FAO. Paraguay, 2011. 50 p.

BASSEDAS ARDÉVOL, Montserrat. Clasificación de los Crustáceos. Serie Taxonómica III. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada. Barcelona. 1947. 51p.

BUSH, Albert; LAFFERTY, Kevin; LOTZ, Jeffrey y SHOSTAK, Allen. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. The Journal of Parasitology. 1997, vol. 83, nº 4, p. 575-583.

DE KINKELIN, P.; MICHEL, C. y GHITTINO, P. Tratado de enfermedades de los peces. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza-España, 1991. 370 p.

ENAHÓ. 2015. Programa Nacional "A comer pescado". Estudio de Patrones de consumo de productos hidrobiológicos en el Perú.



FAO. Cultured Aquatic Species Information Programme *Mugil cephalus*. Cultured Aquatic Species Fact Sheets. Texto de Saleh, M.A. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 7 April 2006.

FERNÁNDEZ, César. Variación estacional e interanual de la dieta de la lisa, *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, frente a Callao (12°S), en 2005 y 2013. *Ecología Aplicada*. 2014, vol 13, nº2, p. 211-223.

FERNÁNDEZ, J. Los parásitos de la Lisa *Mugil cephalus* L., en Chile: Sistemática y aspectos poblacionales (Perciformes: Mugilidae). *Gayana, Zool.* 1987, vol. 51, nº1-4, p. 3-5. ISSN 0016-531X.

FERNÁNDEZ DE PUELLES, Luz. Orden Calanoida. *Revista IDE@-SEA*. 1ra edición. México, 2015. nº 89, p. 27. ISSN 2386-7183

GAETE, H; GUERRA, R.; CARVAJAL, D.; MUKARKER, M. y LOBOS, G. Evaluación de la genotoxicidad de las aguas costeras de Chile central sobre los peces *Mugil cephalus* y *Odontesthes brevianalis*. 2014. *Hidrobiológica* vol. 24, nº 3, p. 271-279.

GÓMEZ, E.; PAREDES, F. y CHIPOLLINI, A. Aspectos biológicos-pesqueros de la Lisa *Mugil cephalus* L. en el litoral peruano. *IMARPE*. Perú, 1995. N° 106, 107, 108, pp. 5.

GUZMÁN, L. y ZÁRATE, W. Efectos patológicos de las infestaciones branquiales por el copépodo (*Pseudochondracanthus* sp.), parásito del pez botete diana *Sphoeroides Annulatus* (Jenyns, 1842). Tesis Título profesional. Universidad de la Salle, Facultad de Medicina Veterinaria, Bogotá D.C. 2008.

HERNÁNDEZ TRUJILLO, Sergio. *Orden Siphonostomatoida*. Revista IDE@-SEA. 1ra edición. México, 2015. nº94, p. 10. ISSN 2386-7183

IANNACONE, José y ALVARIÑO, Lorena. Influencia del tamaño y sexo de *Peprilus medius* (Peters) (Stromateidae: Perciformes) capturados en chorrillos, Lima, Perú, sobre su comunidad parasitaria. *Neotropical Helminthology*. 2008, vol. 2, nº2, p. 62-70.

IANNACONE, José y ALVARIÑO, Lorena. Dinámica poblacional de la diversidad parasitaria de la “Cabrilla” *Paralabrax humeralis* (Teleostei: Serranidae) en Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*. 2009<sup>a</sup>, vol. 3, nº 2, p. 73-88.

IANNACONE, José y ALVARIÑO, Lorena. Metazoos parásitos de *Mugil cephalus* *Linnaeus*, 1758 (Mugilidae: Perciformes) procedentes del Terminal Pesquero de Chorrillos, Lima, Perú. *Neotropical Helminthology*. 2019<sup>b</sup>, vol. 3, nº1, p. 15-28.

IMARPE. Proyecto KOSMOS 2017. Evaluación del plan operativo I Trimestre 2018. 2018. Lima-Perú, Disponible en web: <[http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/eval\\_poi\\_primer\\_trim2018.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/eval_poi_primer_trim2018.pdf)>

INEI y PRODUCE, 2012. I Censo Nacional de Pesca Artesanal de Ámbito Marítimo.001-PER-INEI-CENPAR-2012.

JARA, C. y DÍAZ, E. Frecuencia e Intensidad de infestación por copépodos en peces de la zona norte del Mar Peruano. *Revista Peruana de Parasitología*. Perú, 1995. Vol. 11, nº 1, pp.68-71.

JAUME, D.; CONRADI, M. y LÓPEZ, P. Curso Práctico de Entomología. José Antonio Marrientos (ed.). Manual de la Universidad Autónoma de Barcelona. 41. Entomología. Asociación Española de Entomología, CIBIO-Centro Iberoamericano de Biodiversidad y Universidad Autónoma de Barcelona. 2004. pp 303-331.

KNOFF, M., LUQUE, JL. y TAKEMOTO, R. 1994. Parasitic copepods on *Mugil platanus* Günther (Osteichthyes: Mugilidae) from the coast of the state of Rio de Janeiro, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria. 1994, vol. 3, n°1, p. 45-56.

LIMA, A., GUERREIRO, D., MASSATO, R., SILVA, C. Yudi, R. 2017. Occurrence of *Ergasilus Versicolor* (Copepoda: Ergasilidae) in *Mugil gaimardianus* (Osteichthyes: Perciformes) from the estuarine area of Braganca, Pará. Brazil. Revista da Biologia 17(2), pp 8-11.

MARGOLIS, Leo y KABATA, Zbigniew .Guide of the parasites of fishes of Canada. Part II – Crustacea. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 101. Ottawa, 1988. 184p. ISBN: 0-660-12794-6.

MELIC, Antonio. *Orden Poecilostomatoida*. Revista IDE@-SEA. 1ra edición. México, 2015. n°97, p. 15. ISSN 2386-7183

MILTON, J.Susan. *Estadística para biología y ciencias de la salud*. 3ra. ed. ampliada. España: McGRAW-HILL /Interamericana de España, S. A. U., 2007. 721p.ISBN: 978-84-481-5996-2

MIRACLE, Maria. *Orden Cyclopoida*. Revista IDE@-SEA. 1ra edición. México, 2015. n°95. p. 19. ISSN 2386-7183

MORALES Serna, F. N., G. Pérez Ponce de León. 2012. Los copépodos parásitos: componentes importantes de la biodiversidad. CONABIO. Biodiversitas, 104:1-5.

NAVARRO, M.; FLORES, R.; GONZÁLEZ, L.; AMPARÁN, R. y TÉLLEZ, J. 2011. Diversidad biológica y ambientes naturales en la costa de Jalisco. Ensayos de divulgación científica. Universidad de Guadalajara. México. Primera edición. Capítulo 2, pp. 17-22.

NOOR, A., ABDEL, O., SHALABY, S. y MONA, S. 2012. Field studies on *Caligus* Disease among Cultured *Mugil cephalus* in Brackishwater fish farms. Life Science Journal. 9(3), pp 733-737.

PRODUCE. Anuario estadístico: El Perú en números. Perú 2005.

RAMOS, Eduardo; GIL, Heldail; LABASTIDA, Aldrin y GÓMEZ, Rocío. Reproducción y madurez gonádica de la lisa *Mugil cephalus* en las costas de Oaxaca y Chiapas. Ciencia Pesquera. 2010, Vol. 18, n° 1, p.70-89.

ROJAS, Nancy y LÓPEZ, Alcides. Guía de práctica de microscopía electrónica de barrido. Curso de microscopía electrónica de barrido. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima-Perú. UNMSM. 2015. 34p.

SERRANO, Enrique; QUISPE, Marco; HINOSTROZA, Elizabeth y PLASENCIA, Lucy. Detección de parásitos en peces marinos destinados al consumo humano en Lima Metropolitana. RevInvVet Perú. 2017, vol.28, n°1, p. 160-168.

SOCIEDAD NACIONAL DE PESQUERÍA (SNP). Memoria Anual 2018.

SUÁREZ-MORALES, E. 2000. Copépodos, seres ubicuos y poco conocidos. CONABIO. Biodiversitas 29:7-11.

VALLES, M., RUIZC. Y GALAVIZ, L. 2000. Prevalencia e intensidad parasitaria en *Mugil cephalus* (Pisces: Mugilidae), del Río Colorado, Baja California, México. Rev. biol.trop [online]. vol.48, n.2-3, pp. 495-501

VÁSQUEZ, C. y JARA, C. 2012. Prevalencia e intensidad parasitaria en *Coryphaena hippurus* y *Mugil cephalus* (Teleostei) desembarcados en los puertos Salaverry y Paita (Perú). SCIÉND015 (1), pp 22-32.

VIVES, Francisco y SHMELEVA, Alexandra. Crustacea. Copépodos marinos II. Non Calanoida. En: Fauna Ibérica. Ramos, MA. *et al.* (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales – Consejo superior de investigaciones científicas. Madrid, 2010. vol. 33. 486p. ISBN: 978-84-00-09254-2.

WALTER, T. C. & G. BOXSHALL 2014. World of Copepods database. Accesible (2014) en: <http://www.marinespecies.org/copepoda>.

## 10. ANEXOS

### ANEXO 1 FICHA TÉCNICA PARA PECES

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FICHA

Código de muestra :  
Procedencia :  
Fecha de la colecta :  
Fecha del examen :  
Nombre de analista :

#### CARACTERÍSTICAS DEL ESPÉCIMEN

Denominación común de la especie :

Denominación técnica (científica) :

Longitud de la cabeza (cm) :

Longitud estándar del cuerpo (cm) :

Longitud total del cuerpo (cm) :

Altura del cuerpo (cm) :

Peso (kg) :

Sexo : Hembra ☐ Macho ☐ Juvenil ☐

Color de las agallas : Rojo claro ☐ Rojo oscuro ☐

#### PARÁSITOS DEL ESPÉCIMEN

Especie	Ubicación	Cantidad

#### TABLA PARA LA UBICACIÓN

CABEZA	BRANQUIAS	TRONCO	COLA
Boca	Branquiespina	Aleta espinosa dorsal	Aleta caudal
Opérculo	Arco branquial	Aleta suave dorsal	Músculo de la cola
Branquia	Filamento branquial	Aleta pectoral	
Ojo	Cavidad branquial	Aleta pélvica o ventral	
		Aleta anal	

## ANEXO 2

**Tabla 11.** Medidas biométricas de los peces analizados

Mes	código	Sexo	Long. Cabeza (cm)	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
Setiembre	AM - 001	J	7	27	32,2	5,8	0,311
	AM - 002	M	7,3	27,5	33,8	5,8	0,375
	AM - 003	H	7,1	27	33,1	5,8	0,303
	AM - 004	J	6,2	24,3	29,1	5,6	0,215
	AM - 005	J	6,5	25,8	31	6,1	0,268
	AM - 006	J	6	24,1	28,2	5,8	0,227
	AM - 007	J	5,5	22,4	25,9	5,5	0,193
	AM - 008	J	5,6	22,1	25,5	5,1	0,168
	AM - 009	J	5,3	21,2	25,2	4,9	0,154
	AM - 010	J	5,3	22	26,3	5,1	0,173
	AM - 011	J	6,5	24	29	4,7	0,263
	AM - 012	J	6	23	29	6	0,251
	AM - 013	J	5	21	25	5	0,153
	AM - 014	J	6,5	23,4	29,3	5	0,274
	AM - 015	J	6	21,2	24	5	0,226
	AM - 016	M	7,5	29	34	7	0,440
	AM - 017	J	6,5	25	30	6,5	0,290
	AM - 018	H	8	32,5	34,5	7	0,580
	AM - 019	H	7	27,5	33	7	0,540
Octubre	AM - 020	J	7	30	35,9	8	0,274
	AM - 021	M	8	31,4	38,1	8,5	0,426
	AM - 022	M	7,2	30,1	36,5	8	0,364
	AM - 023	H	8	32,2	37,9	10	0,421
	AM - 024	M	7,6	30,9	36,8	8,2	0,387
	AM - 025	M	7,3	29,2	33,3	8	0,374
	AM - 026	M	7,4	30,2	36	8,7	0,496
	AM - 027	M	7,4	30,1	36,5	8	0,465
	AM - 028	M	7	30,5	36	8	0,472
	AM - 029	M	7,1	30,7	36,1	8	0,486
	AM - 030	H	8	35,5	38,5	7,5	0,673
	AM - 031	H	8	33	36,5	7	0,565
	AM - 032	H	8,5	32	36	7,5	0,601
	AM - 033	H	8,5	34,6	38	7,5	0,690
	AM - 034	M	8	31,1	36,4	7,5	0,519
	AM - 035	M	6,4	29,8	35,6	7	0,433
	AM - 036	J	6,4	25,1	30	6,5	0,332
	AM - 037	M	6,6	27,8	34,4	6,5	0,428

Mes	código	Sexo	Long. Cabeza (cm)	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
Noviembre	AM - 038	J	6	24	28,7	7	0,238
	AM - 039	J	6,5	31	33	7,5	0,308
	AM - 040	J	6,5	26	31,5	7	0,323
	AM - 041	J	6,2	25,2	29,9	6,8	0,269
	AM - 042	J	5,6	23	27,2	6	0,202
	AM - 043	J	6,1	23,3	27,2	6,2	0,224
	AM - 044	H	7,4	30,6	35,8	7,5	0,501
	AM - 045	M	7,3	32	37,3	8,2	0,548
	AM - 046	H	8,5	34,8	41,2	10,1	0,848
	AM - 047	H	8	33,1	39,2	9,9	0,730
	AM - 048	J	6,5	23,8	28,8	6,1	0,227
	AM - 049	M	6,7	26,8	32,9	6,5	0,370
	AM - 050	M	7	29	35,1	7	0,408
	AM - 051	H	7,5	30,5	32,5	7	0,443
	AM - 052	M	7,5	29,5	33,5	7,1	0,404
	AM - 053	M	7	31	33,5	7,1	0,384
	AM - 054	H	8	32	35	7,5	0,560
	AM - 055	H	8	33	36	7,5	0,690
	AM - 056	M	7,5	29,5	32,5	7	0,399
Diciembre	AM - 057	H	7	33	35	9	0,780
	AM - 058	M	5	31	34	5	0,483
	AM - 059	H	5	33	36	7	0,467
	AM - 060	M	5	32	34	6	0,413
	AM - 061	M	5	32	35	6	0,421
	AM - 062	H	7	32	36	8	0,650
	AM - 063	H	7	29	33	8	0,594
	AM - 064	M	6	25,2	29,5	7	0,305
	AM - 065	J	6	24,8	28,8	7	0,293
	AM - 066	M	6,5	26	31	7	0,343
	AM - 067	M	8	30	34	7	0,486
	AM - 068	H	8,5	31,5	35,5	7,5	0,547
	AM - 069	M	7,5	30	33,5	7	0,449
	AM - 070	M	7,5	30,6	32,6	7,5	0,541
	AM - 071	J	6.5	25,5	30,1	6	0,294
	AM - 072	J	6	22,3	26	5,9	0,221
	AM - 073	M	6.9	26,4	32	6,4	0,351
	AM - 074	J	5.9	22,9	27,8	6,1	0,245
	AM - 075	J	6.7	26,3	31,5	6,4	0,323
	AM - 076	J	6.5	26,1	31,5	6,9	0,335



Mes	código	Sexo	Long. Cabeza (cm)	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
Enero	AM - 077	M	7,6	29	34,2	7	0,466
	AM - 078	M	7,8	30,1	35,7	6,9	0,493
	AM - 079	M	7,4	29	35,2	7	0,448
	AM - 080	M	7,2	31	36,1	7,1	0,516
	AM - 081	H	8,1	31,2	37,1	7	0,546
	AM - 082	M	8,1	31,2	35,5	7,2	0,496
	AM - 083	M	7,6	29,1	35,5	7	0,474
	AM - 084	M	8	30,5	35,4	7	0,495
	AM - 085	M	7,3	28,5	34	6,8	0,458
	AM - 086	M	7,2	30,6	35,4	7	0,501
	AM - 087	J	6,1	24,7	29,8	5,8	0,284
	AM - 088	J	7,1	26,5	32,1	7	0,333
	AM - 089	J	6,7	25,1	29,5	6,5	0,301
	AM - 090	J	6,2	24,1	29,1	6,3	0,316
	AM - 091	J	6,3	27	32,5	6,2	0,254
	AM - 092	J	6,6	25,9	31,2	6,4	0,298
	AM - 093	J	6,7	27,9	32,9	7,1	0,389
	AM - 094	J	6,4	25,9	31,3	6,6	0,316
	AM - 095	M	6,8	28,7	33,6	7,6	0,426
	AM - 096	J	6,9	27	32,9	6,8	0,350
	AM - 097	J	7,1	28,2	33,3	6,8	0,392
	AM - 098	M	6,9	28,7	34,1	7,2	0,436
	AM - 099	M	7,4	29,2	35,2	7,6	0,475
	AM - 100	H	7,8	32	39,2	8,3	0,655
	AM - 101	M	7,4	29,1	43,2	7,6	0,505
	AM - 102	J	6,1	24	27,3	5	0,322
Febrero	AM - 103	M	7,4	29,5	35,2	7	0,466
	AM - 104	M	7,5	30	35,1	6,5	0,465
	AM - 105	M	7,5	30	35,2	7,2	0,495
	AM - 106	M	7	27,5	33,2	7,2	0,394
	AM - 107	M	7,8	28,3	34,7	7	0,427
	AM - 108	H	7,5	30	36,1	7,6	0,578
	AM - 109	H	6,5	28	33,5	8	0,537
	AM - 110	H	7	30	36	8,2	0,535
	AM - 111	M	6,6	28,2	34,6	7,3	0,499
	AM - 112	H	6,5	29	34,9	8,4	0,523
	AM - 113	M	6	24,5	28,1	5,8	0,521
	AM - 114	J	5,8	22,8	27,1	5,6	0,219

Mes	código	Sexo	Long. Cabeza (cm)	Long. Estándar (cm)	Long. Total (cm)	Altura (cm)	Peso (g)
Febrero	AM - 115	J	6,3	24,5	29,3	5,7	0,267
	AM - 116	J	5,8	22,9	27,1	5,5	0,218
	AM - 117	M	6,5	27,5	33,5	7,8	0,439
	AM - 118	J	6,2	24,1	29,1	6,5	0,320
	AM - 119	M	6,8	28,5	33,2	7,6	0,441
	AM - 120	M	7	28,7	34,1	6,8	0,475
	AM - 121	H	7,2	28,8	34,9	7,9	0,570
	AM - 122	H	7,5	30,6	35,3	7,2	0,502
	AM - 123	M	6,5	26,5	31,8	6,8	0,365
	AM - 124	J	6,5	25,9	31,3	6,5	0,344
	AM - 125	H	8	31,5	38,5	8,4	0,623
	AM - 126	M	6,5	27,5	33,7	7,4	0,410
	AM - 127	M	7,2	30,8	36,3	8	0,559
	AM - 128	H	7,5	31,5	37,5	8,3	0,580
Marzo	AM - 129	M	6,4	27,5	33,4	7,4	0,427
	AM - 130	H	8	33	38,5	8,3	0,664
	AM - 131	M	7	29,8	36	7,3	0,476
	AM - 132	M	7	30,5	36,5	8	0,524
	AM - 133	M	7,1	31	37,2	7,8	0,531
	AM - 134	M	7	30,5	36,5	7,9	0,527
	AM - 135	H	7,2	31,3	37,4	8,2	0,548
	AM - 136	M	7,2	31,3	36,7	7	0,524
	AM - 137	M	7,1	31,5	36,7	8,2	0,559
	AM - 138	M	7,1	30,4	36	7,4	0,513
	AM - 139	J	5,2	19,5	23	6,1	0,243
	AM - 140	J	5	20,1	24,2	5,2	0,211
Abril	AM - 141	J	6	17	22,5	4,5	0,223
	AM - 142	J	6,2	23	28	6,5	0,227
	AM - 143	J	6	24,5	27	6	0,198
	AM - 144	J	6,5	25,5	30	6	0,258
	AM - 145	J	5	19,5	23,5	5	0,140
	AM - 146	J	5	20,5	25	5,5	0,165
	AM - 147	J	6	23	28	6	0,242
	AM - 148	J	5	19	23	5	0,144
	AM - 149	J	5	20	25	5	0,158
	AM - 150	J	5	20	23	6	0,238

### ANEXO 3

**Tabla 12.** Intensidad de infestación por copépodos parásitos

<b>Código</b>	<b><i>Naobranchia</i> sp.</b>	<b><i>Bomolochus</i> sp.</b>	<b><i>Caligus</i> sp.</b>	<b><i>Parabrachiella</i> sp.</b>	<b>Total</b>
AM - 001	1	0	0	0	1
AM - 002	1	1	0	0	2
AM - 003	1	0	0	0	1
AM - 004	4	1	0	0	5
AM - 005	0	0	0	0	0
AM - 006	3	1	0	0	4
AM - 007	5	1	0	0	6
AM - 008	0	0	0	0	0
AM - 009	14	2	0	0	16
AM - 010	0	0	0	0	0
AM - 011	0	2	0	0	2
AM - 012	3	0	0	0	3
AM - 013	8	0	0	0	8
AM - 014	7	0	0	0	7
AM - 015	5	1	0	0	6
AM - 016	3	0	0	0	3
AM - 017	5	0	0	0	5
AM - 018	5	0	0	0	5
AM - 019	2	0	0	0	2
AM - 020	0	1	0	0	1
AM - 021	0	1	0	0	1
AM - 022	6	0	0	0	6
AM - 023	3	0	0	0	3
AM - 024	4	2	0	0	6
AM - 025	1	0	0	0	1
AM - 026	5	0	0	0	5
AM - 027	0	1	0	0	1
AM - 028	0	0	0	0	0
AM - 029	0	0	0	0	0
AM - 030	0	0	0	0	0
AM - 031	4	0	0	0	4
AM - 032	1	0	0	0	1
AM - 033	0	0	0	0	0
AM - 034	1	0	0	0	1
AM - 035	0	0	0	0	0
AM - 036	1	0	0	0	1
AM - 037	4	0	0	0	4

<b>Código</b>	<b><i>Naobranchia</i> sp.</b>	<b><i>Bomolochus</i> sp.</b>	<b><i>Caligus</i> sp.</b>	<b><i>Parabrachiella</i> sp.</b>	<b>Total</b>
AM - 038	1	0	0	0	1
AM - 039	0	0	0	0	0
AM - 040	0	0	0	0	0
AM - 041	1	0	0	0	1
AM - 042	1	2	0	0	3
AM - 043	1	0	0	0	1
AM - 044	1	0	0	0	1
AM - 045	0	0	0	0	0
AM - 046	1	0	0	0	1
AM - 047	4	0	0	0	4
AM - 048	9	1	0	0	10
AM - 049	5	0	0	0	5
AM - 050	1	2	0	0	3
AM - 051	1	0	0	0	1
AM - 052	0	0	1	0	1
AM - 053	1	0	0	0	1
AM - 054	0	3	1	0	4
AM - 055	0	2	2	0	4
AM - 056	0	0	0	1	1
AM - 057	0	0	0	0	0
AM - 058	3	0	0	0	3
AM - 059	2	0	0	0	2
AM - 060	3	0	0	0	3
AM - 061	1	0	0	0	1
AM - 062	4	0	0	0	4
AM - 063	1	0	0	0	1
AM - 064	4	0	0	0	4
AM - 065	1	1	0	0	2
AM - 066	0	0	0	0	0
AM - 067	2	0	2	0	4
AM - 068	3	0	0	0	3
AM - 069	0	0	0	0	0
AM - 070	0	0	0	0	0
AM - 071	7	0	0	0	7
AM - 072	1	0	0	0	1
AM - 073	6	2	0	0	8
AM - 074	9	1	0	0	10
AM - 075	1	1	0	0	2
AM - 076	6	2	0	0	8
AM - 077	0	1	0	0	1
AM - 078	0	1	0	0	1

<b>Código</b>	<b><i>Naobranchia</i> sp.</b>	<b><i>Bomolochus</i> sp.</b>	<b><i>Caligus</i> sp.</b>	<b><i>Parabrachiella</i> sp.</b>	<b><i>Total</i></b>
AM - 079	1	0	0	0	1
AM - 080	0	0	0	1	1
AM - 081	2	1	0	0	3
AM - 082	1	1	0	0	2
AM - 083	1	0	0	0	1
AM - 084	0	0	0	0	0
AM - 085	2	0	0	0	2
AM - 086	1	0	0	0	1
AM - 087	1	2	0	0	3
AM - 088	4	0	0	0	4
AM - 089	2	0	0	0	2
AM - 090	3	0	0	0	3
AM - 091	4	2	0	0	6
AM - 092	13	1	0	0	14
AM - 093	0	0	0	0	0
AM - 094	12	0	0	0	12
AM - 095	4	1	0	0	5
AM - 096	1	0	0	0	1
AM - 097	0	1	0	0	1
AM - 098	2	0	0	0	2
AM - 099	2	2	0	0	4
AM - 100	2	10	0	0	12
AM - 101	2	1	0	1	4
AM - 102	0	0	0	0	0
AM - 103	2	2	0	0	4
AM - 104	0	0	0	0	0
AM - 105	9	1	0	0	10
AM - 106	0	0	0	0	0
AM - 107	0	2	0	0	2
AM - 108	1	0	0	0	1
AM - 109	1	0	0	0	1
AM - 110	3	0	0	0	3
AM - 111	3	1	0	0	4
AM - 112	3	0	0	0	3
AM - 113	6	0	0	0	6
AM - 114	7	1	0	0	8
AM - 115	2	0	0	0	2
AM - 116	2	5	0	0	7
AM - 117	2	0	0	0	2
AM - 118	1	0	0	0	1
AM - 119	0	0	0	0	0

<b>Código</b>	<b><i>Naobranchia</i> sp.</b>	<b><i>Bomolochus</i> sp.</b>	<b><i>Caligus</i> sp.</b>	<b><i>Parabrachiella</i> sp.</b>	<b><i>Total</i></b>
AM - 120	2	0	0	0	2
AM - 121	0	0	0	0	0
AM - 122	0	0	0	0	0
AM - 123	1	0	0	0	1
AM - 124	2	0	0	0	2
AM - 125	0	0	0	0	0
AM - 126	3	0	0	0	3
AM - 127	0	0	0	0	0
AM - 128	0	0	0	0	0
AM - 129	0	0	0	0	0
AM - 130	1	0	0	0	1
AM - 131	1	0	0	0	1
AM - 132	4	0	0	0	4
AM - 133	3	0	0	0	3
AM - 134	3	0	0	0	3
AM - 135	1	0	0	0	1
AM - 136	0	0	0	0	0
AM - 137	0	0	0	0	0
AM - 138	1	0	0	0	1
AM - 139	0	0	0	0	0
AM - 140	0	0	0	0	0
AM - 141	2	0	0	0	2
AM - 142	1	0	0	0	1
AM - 143	0	0	0	0	0
AM - 144	1	0	0	0	1
AM - 145	2	0	0	0	2
AM - 146	1	0	0	0	1
AM - 147	1	0	0	0	1
AM - 148	1	0	0	0	1
AM - 149	3	0	0	0	3
AM - 150	0	0	0	0	0